Die geographische Bedeutung des Salpausselkä

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der naturwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

eingereicht am 8. November 1937
von

Ludwig Bauer
aus Nürnberg.

1939

Druckerei und Verlag wissenschaftlicher Werke Konrad Triltsch
Würzburg-Aumühle

Berichterstatter:

Professor Machatschek.

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Dezember 1937.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Vorliegende Arbeit erscheint gleichzeitig als selbständiges Buch im Konrad Triltsch-Verlag Würzburg.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Definition, kartographische Darstellung, Name und Gliederung	4
Entstehung des Salpausselkä	
Ursachen und wirksame Kräfte	9
I. Eis und Eisrand	9
II. Tätigkeit des Meeres am Eisrand	11
III. Beziehungen zwischen Untergrund und Inlandeis	12
IV. Geschichte des Spätglazials	18
V. Die klimatischen Ursachen des Eishaltes	22
Der Bau des Salpausselkä	30
Die Formen des Salpausselkä	39
I. Die verschiedenen Formtypen	39
1. Die einfachen Moränenrücken	41
2. Die Moränenhügellandschaft supraaquatischer Gebiete	42
3. Die Plateaus	43
4. Die Plateaurücken und die breitscheiteligen Rücken	51
II. Die Formvariationen im Verlauf des Salpausselkä und ihre Ursachen	57
III. Abhängigkeit der verschiedenen Formen von den topographischen Bedingungen	66
IV. Die sekundären Oberflächen- und Hangformen	71
Die geographische Bedeutung des Salpausselkä	74
I. Der Salpausselkä in der Oberflächengestalt Südfinnlands	74
II. Der Einfluß des Salpausselkä auf die Hydrographie	82
III. Klima, Boden und Vegetation	89
IV. Kulturgeschichtliche Bedeutung des Salpausselkä	98
Der Salpausselkä als Landschaftsgrenze (Zusammenfassung)	115
Literaturverzeichnis	119

3 Textfiguren, 5 Tabellen; 3 Profiltafeln, 5 Karten.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548309_0215

Einleitung.

Es fällt schwer, für die Oberflächengestalt Finnlands oder auch nur eines größeren Teilgebietes der finnischen Halbinsel einen gültigen Begriff (etwa „Flachland" oder „Hügelland") zu prägen. Und selbst eine genetische Betrachtung vermag nicht zu entscheiden, ob der topographische Charakter des Landes als jung oder alt bezeichnet werden soll. Der Schlüssel für das Verständnis liegt vielmehr darin, daß uralte und sehr junge Formen ohne Zwischenglieder nebeneinander auftreten: ein kristallines, seit dem Präkambrium nicht mehr gefaltetes und schon im Erdaltertum eingeebnetes Grundgebirge, in dem morphologisch nur noch besondere Gesteinshärtlinge oder größere epirogenetische Verbiegungen als schwache Bodenwellen sich ausprägen; und der junge Formenschatz der Eiszeit, die ausräumend und aufschüttend die alte Oberfläche umgestaltete, so jedoch, daß die jungen Bildungen nicht ganz die alte Rumpffläche zu überwältigen vermochten. Sie lösten den großen Raum auf in eine verwirrende Fülle kleiner und kleinster Bezirke, die erfüllt sind mit den Kleinformen der Eiszeit und der Nacheiszeit.

Dieses wenig gegliederte und unübersichtliche Gelände erschwert aber jede geographische Orientierung und der Beobachter ist leicht dazu verführt, je nach seinem eigenen Standpunkt die ihn umgebenden Landschaftsformen mit falschen Maßstäben zu messen. Vor allem dann, als die morphologische und geologische Analyse sich dieser Formen bemächtigte, Zusammenhänge erkannte und gleichen Bau bei verschiedenen Gruppen junger Erhebungen feststellte, war die Gefahr gegeben, daß man einzelne, genetisch gleichartige Formtypen besonders aus dem übrigen Gelände heraushob, sie zum Gegenstand eingehender Forschung machte, ihnen Namen verlieh und dadurch auch ihre geographische Bedeutung überschätzte.

Insbesondere betraf das den Salpausselkä: Schon früh erregten seine eigentümlichen Bauelemente und sein fast kontinuierlicher Verlauf das forschende Interesse und in differenzierter Spezialarbeit suchte man seinen Bau und seine Entstehung dem Verständnis näher zu bringen. Diese Entwicklung war zunächst durchaus notwendig, weil nur in sorgfältiger Detailanalyse ein Einblick in

die Entstehungsgeschichte zu gewinnen war. Soll so die wissenschaftliche Beobachtung nicht ins Einzelne sich verlieren, so ist bisweilen eine Synthese, die Zusammenfassung des Erreichten nötig, um zugleich den Boden für neue Forschung zu ebnen. Diesen Beitrag soll die vorliegende Arbeit liefern: aus den in der Einzelbeobachtung gewonnenen Einsichten der Wirklichkeit näher zu kommen und aus dem Zusammenwirken vieler Faktoren die heutige geographische Bedeutung des Salpausselkä zu begreifen. Eine solche genetische Betrachtung hat nicht eine theoretische Erkenntnis zum Ziel, sondern die Darstellung der Mannigfaltigkeit der Formen und Wirkungen. Sie soll erweisen, daß die geographische Bedeutung jeder Erscheinung der Erdoberfläche eine relative ist, abhängig von ihrer Umgebung, zu der sie in dauernder Wechselbeziehung steht. So war es zunächst die Aufgabe, ein möglichst vollständiges Bild zu entwerfen über die Kräfte, die den Salpausselkä selbst aufbauten und die zugleich der Umgebung einen bestimmten Stempel aufprägten, andererseits über die Formverhältnisse des festen Untergrunds und der losen Aufschüttungen Klarheit zu gewinnen. Erst aus dem Zusammenwirken der gestaltenden Kräfte und der gegenseitigen Verknüpfung der Einzelformen läßt sich die wirkliche geographische Bedeutung des Salpausselkä, seine Stellung in der Topographie und Hydrographie Südfinnlands und sein Einfluß auf die Pflanzenbedeckung und die kulturelle Entwicklung des Menschen erfassen.

In erster Linie wurde neben der Beobachtung in der Natur die topographische Karte der Beobachtung zugrunde gelegt, die aus der engen räumlichen Anschauung befreit und einen größeren Überblick und den Vergleich größerer Abschnitte des Salpausselkä mit ihrer Umgebung erlaubt. Erschwert war allerdings dieses Studium dadurch, daß nicht von allen Gebieten des Salpausselkä topographische Karten existieren und daß auch die russischen Karten (1 : 42 000 und vom Saimaagebiet die sehr ungenaue 2-Werstkarte 1 : 84 000), die für den ganzen mittleren und westlichen Teil des Salpausselkä benutzt werden mußten, recht unübersichtlich und schwer zu lesen sind. Eine gute Hilfe bei der Orientierung leisteten die sehr zahlreichen Karten und Profile vom Salpausselkä selbst, die Leiviskä in seinem Salpausselkäwerk veröffentlicht hat. In dieses Kartenbild aber mußten mosaikartig an der richtigen Stelle auch alle in der Literatur niedergelegten Ergebnisse der mühevollen Einzelforschung über die Geschichte des Spätglazials, über die Formen und Wirkungen der Eiszeit und über den Salpausselkä selbst eingefügt werden. Sie erst vermochten die Anschauung zu vertiefen, indem sie den genetischen Unterbau und die Deutung der zu beobachtenden Tatsachen lieferten.

Indem so die vorliegende Arbeit den Salpausselkä möglichst umfassend zu behandeln sucht, möchte sie an diesem konkreten Beispiel zugleich die Frage nach der landschaftlichen Bedeutung eiszeitlicher Formen überhaupt aufrollen und versuchen, jene beiden Elemente im Bau Finnlands, alte Rumpffläche und diluvialen Formenschatz, an ihren verschiedenen Wirkungen zu scheiden und ihre gegenseitige Beeinflussung zu erkennen.

Definition, Kartographische Darstellung, Name und Gliederung.

Unter Salpausselkä versteht man heute allgemein den größtenteils doppelten Endmoränenwall, der das ganze südliche Finnland von der SW-Spitze bis zum Pielisjoki im O durchzieht. Der 1. äußere Salpausselkä ist etwa 550 km, der 2. innere 565 km lang. Die relative Höhe der nicht überall kontinuierlich zu verfolgenden Endmoränenbildungen schwankt zwischen wenigen Metern und 80—90 m im Höchstfall. Die Breite kann von einigen Zehnern von Metern bis auf mehrere Kilometer anwachsen. Das äußere Erscheinungsbild ist also durchaus wechselnd und da der Salpausselkä in der Landschaft nirgends eine beherrschende Rolle spielt, hat er auch eine sehr unterschiedliche Beachtung der alten Kartographen gefunden:

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts finden wir auf den Karten *) kaum eine Andeutung des Salpausselkä. Lediglich in der Gegend von Lahti sind in der übertreibenden Darstellungsmanier der damaligen Zeit in einigen Atlanten „Gebirge" eingetragen. Dieser Abschnitt der Randmoränen, in dem die größten relativen Höhen des 1. Salpausselkä mit den höchsten Erhebungen des Felsgrundes in Südfinnland sich verknüpfen, hat auch später die meiste Beachtung gefunden. Eine einigermaßen vollständige Darstellung des Salpausselkä finden wir erst in Hermelins Karte vom Jahre 1798: Beeinflußt von der damals herrschenden Vorstellung, daß alle Wasserscheiden durch wohlausgeprägte Landrücken und Bergzüge gebildet seien, wurden überall, wo hydrographische Grenzzonen angenommen wurden, mittels der Bergstrichmethode schmale, schnurförmige Rücken eingezeichnet. Neben manchen Höhenzügen, die in vielen Windungen kreuz und quer durch das Land laufen und die wir vergebens in der Natur suchen, ist der äußere Randmoränenzug fast genau seiner wirklichen Gestalt entsprechend von Hanko über Hollola bis nach Lappeenranta, bzw. bis Joensuu zu verfol-

*) Die älteste ist eine 1567 in Basel gedruckte Karte Skandinaviens; 1626 die Karte von Buräus; Karten Finnlands von Jakobo Schütz in Amsterdam, Tobias Conrad Lotter in Augsburg, Joh. Baptist Homann in Nürnberg, Mathäus Seutter in Augsburg, Michael Kauffer in Augsburg aus dem 17. und 18. Jhdt.

gen. Auch der 2. Salpausselkä ist in der Strecke zwischen Asikkala und Vierumäki wiedergegeben. Hermelins Karte wurde nun fast für ein Jahrhundert das Vorbild aller Schulkarten, in denen auch der östliche Arm des 2. Salpausselkä bis zum Pyhäjärvi im südlichen Karelien eingezeichnet ist. Noch fehlt jedoch eine Darstellung des westlichen Arms des 2. Salpausselkä und auch nördlich von Uukuniemi ist nur ein einziger breiter Rücken eingezeichnet. Eine endgültige Klärung konnte in diesen Abschnitten erst die geologische Untersuchung bringen, als man die Rücken als lose Gletscheraufschüttung erkannte und nun auch den Verlauf dieser Randmoränen des Inlandeises aus ihrem Baumaterial festzustellen vermochte. Diese Entwicklung trug aber gleichzeitig dazu bei, daß man den Salpausselkä in erster Linie als geologische Bildung auffaßte und in der Folgezeit stärker beachtete, während die anderen zum Teil nur fingierten Rücken allmählich immer mehr ihre Bedeutung verloren, je mehr man die wahren Höhenverhältnisse Finnlands erkannte. Denn als ein nur topographisches Phänomen hätte der Salpausselkä sicherlich das Schicksal der anderen „selkä" (= Rücken) geteilt, da er sich ebensowenig wie diese weit über seine Umgebung erhebt.

Typisch ist, daß alle Bezeichnungen für die in den Karten zur Darstellung gelangten Rücken jung sind, jünger als ihre erste kartographische Abbildung und daß es keine vom Volke geprägten, sondern von der topographischen Wissenschaft erfundenen Namen sind, deren Kenntnis lange Zeit nur auf die Geographen beschränkt blieb: 1858 erwähnte Hallsten zum ersten Mal in seinem geographischen Lehrbuch von Finnland den „Salpausselänne" oder „Salpausselkä" und versteht darunter den schon auf Hermelins Karte dargestellten Höhenzug, der südlich des Seenplateaus vom östlichen Karelien aus der Gegend des Pielisjoki und des Koiterejärvi bis zum Bottnischen Meerbusen südlich von Pori zieht (Nach Ramsay hat Hallsten den Namen von Cl. W. Gyldén, dem damaligen Direktor der Landesvermessung übernommen.). Der Name, der „Aufdämmungsrücken" bedeutet (salpa = Riegel, Barriere; selkä = Rücken), „setzt also bereits die Kenntnis der hydrographischen Verhältnisse der finnischen Seenplatte voraus" (Ramsay 1921) und er ist das Ergebnis der damaligen wissenschaftlichen Meinung, daß die Wassermassen der zentralfinnischen Seen durch diesen Wall gestaut seien.

Diese von Hallsten und Gyldén aufgestellte Nomenklatur war jedoch in der Folgezeit noch mannigfachen Veränderungen unterworfen. So gebrauchten Wiik und Moberg bei ihren geologischen Kartierungsarbeiten die Bezeichnung „Salpausselkä" nur für den äußeren Moränenwall von Hollola bis zum Tohmajärvi. Für die anderen Teile hatten sie noch Lokalnamen, die häufig wechselten

(vgl. die Erklärungen zu den geologischen Karten 1 : 200 000, Blatt 1—8,22), z. B. für den Westteil des 1. Salpausselkä bis Hollola „Hangö—Hyvinge ås", „Hangö ås" (finn. = Hankoniemen selänne), „Hangö—Lahtis ås" und „Lohjanselkä"; diese letzte Bezeichnung wird auch heute noch bisweilen gebraucht. Für den unzusammenhängenden Westteil des 2. Salpausselkä findet man „Tenala ås" (finn. = Tenholan selänne), „Karis—Loja ås", dessen finnische Übersetzung „Karjalohjanselkä" ebenfalls noch jetzt Gültigkeit besitzt. Ebenso wechselte der innere Randmoränenwall im großen Bogen zwischen Kurhila und dem Saimaasee bzw. dem Pielisjoki mehrfach den Namen: 1884 (Moberg) heißt er „Vierumäki—Jaala ås", Sederholm nennt ihn 1892 „Norra randmoränen" im Gegensatz zum „Salpausselkä" der „Södra randmoränen". Um die Jahrhundertwende bahnte sich dann allmählich eine Vereinheitlichung an; 1911 schrieb Frosterus: „Unter dem Namen Salpausselkä versteht man gewöhnlich die zwei miteinander gleichlaufenden, durch die südlichen Teile Finnlands ziehenden osartigen Grusrücken . .". Dieser Begriff hat sich denn auch allmählich verfestigt, nicht zuletzt dadurch, daß er durch Leiviskäs Werk auch morphologische Gültigkeit erhielt.

Die Bezeichnung „Salpausselkä" hat also eine Wandlung durchgemacht von einem rein geographischen Namen für einen zum Teil nur fingierten Rücken mit bestimmten Eigenschaften (Stauung der zentralfinnischen Gewässer) zu einem geologischen Begriff, für dessen Identifizierung in erster Linie das lockere Baumaterial, seine Richtung und seine Formeigentümlichkeiten eine Rolle spielen; und wir definieren heute den Salpausselkä als die im wesentlichen doppelte Randmoränenguirlande, die das Inlandeis bei seinem letzten Rückzug während eines letzten größeren Haltstadiums quer durch das ganze südliche Finnland vom Meere im SW bis nach Ostkarelien aufgeschüttet hat.

Diese geologische Begriffsbestimmung empfiehlt sich schon deshalb, weil die geographische Erklärung des Salpausselkä als eines „Aufdämmungsrückens" zu einer Überschätzung der wirklichen Höhe geführt hat. Daher kann ich mich auch nicht dem Vorschlag Ramsays (1921) anschließen, der den Namen „Salpausselkä" als nomen proprium begrenzt wissen möchte auf die Gebiete, in denen er „als wohldefinierbarer Höhenrücken mit Aufdämmungscharakter" auftritt, also auf die zwei Parallelwälle vom Vesijärvi bis zum Ende am Tohmajärvi bzw. Pielisjoki, während die Gebiete „außerhalb der wirklichen Aufdämmungsrücken" mit Lokalnamen benannt werden sollten, sofern sie geographisch hervorträten. So schlägt er vor, den äußeren Moränenrücken im Westabschnitt

Lohjanselkä, den inneren Karjalohjanselkä zu nennen und die Bruchstücke der 3. Randbildung mit mehreren Namen zu belegen. Ganz abgesehen davon, daß auch im Mittelteil besonders dem 2. Salpausselkä der Aufdämmungscharakter vollkommen fehlt und der äußere Randrücken im Lohjanselkä gelegentlich ebenfalls eine deutliche wasserscheidende Wirkung entfaltet, so erzielte Ramsay durch diese Einschränkung des Begriffes doch nur eine neue Verwirrung in der Nomenklatur, vor allem auch deshalb, weil er neben der geographischen Bedeutung „Salpausselkä" auch als Typenbezeichnung gebraucht und von „Salpausselkäbildungen", „Salpausselkägürtel" und „Salpausselkäzeit" spricht, die als geologische Begriffe die ganzen Randbildungen in dem oben definierten Sinne betreffen. Ramsays Vorschlag wurde denn auch in der Folgezeit nur wenig beachtet und in der neuen Auflage des Atlas von Finnland (1928) sowohl, als in geographischen (Leiviskä) und quartärgeologischen (Sauramo) Lehrbüchern wurde der Name Salpausselkä in der umfassenden Bedeutung für die gesamten Eisrandbildungen in Finnland gebraucht. In diesem Sinne ist der Salpausselkä ein geographischer Begriff, da er ganz bestimmte Bildungen von genau beschreibbarem Verlauf und begrenzter Erstreckung bezeichnet. Zu weit würde es daher führen, „Salpausselkä" als reines nomen appelativum ganz allgemein für einen bestimmten Typ von Eisrandaufschüttungen zu verwenden, wie Penck es wollte. Indem Penck nämlich von einem „Salpausselkä in Oberbayern" spricht (1928), möchte er den Begriff Salpausselkä in ähnlich allgemeiner Bedeutung gebrauchen, wie etwa den Begriff Os, für Randmoränenbildungen „mit Rollsteinmaterial und mit mehr oder weniger entwickelter Scheitelfläche".

Gliederung:

Die Randmoränen des letzten Eishaltes, die wir unter der Bezeichnung Salpausselkä zusammenfassen, in mehrere Abschnitte zu gliedern, bietet sich uns von selbst an: Im ganzen Verlauf sind 2 parallele Wälle zu verfolgen, die als „äußerer" und „innerer" Salpausselkä unterschieden wurden; da jedoch neben diesen zwei ausgeprägten Randosern in W-Finnland und im Jaamankangas in Karelien noch die bruchstückartigen Aufschüttungen eines 3. Eishaltes zu verfolgen sind, so spricht man besser vom 1., 2. und 3. Salpausselkä (s. Atlas v. Finnland 1928). Wo nur 2 Wälle auftreten, wie im ganzen Mittelteil, mag dann auch die Unterscheidung von äußerem und innerem Salpausselkä beibehalten werden.

Aber auch in der Längserstreckung zerfallen die Randmoränen in mehrere morphologisch verschiedene Teile: Einen Westteil, der

in schwachem Bogen SW—NO streicht und in dem die Salpausselkäbildungen ziemlich oft unterbrochen und oft in Parallelketten aufgelöst sind. In dem W des Vesijärvi an einem scharfen Knick beginnenden „großen Bogen" dagegen, der als Quadrant eines Kreisbogens, dessen Mittelpunkt etwa im nördlichen Konnevesi gelegen wäre, bis zum Kirchspiel Kiihtelysvaara S des Pielijoki zieht, ist der Salpausselkä als fast durchlaufende und wohlausgeprägte doppelte Guirlande entwickelt. In diesem Bogen vermögen wir noch einen Mittelteil zu unterscheiden, der vom Vesijärvi aus zunächst schwach OSO streichend bei Kouvola und Jaala seinen südlichsten Punkt erreicht und dann allmählich in die ONO-Richtung übergehend etwa beim Simpelejärvi sein Ende findet, und einen Ostteil, der O von der Bahn nach Savonlinna aus der NO-Richtung allmählich in die N-Richtung des Endabschnittes bei Kiihtlysvaara übergeht. — Das Jaamankangas NW von Joensuu ist dagegen, wie der 3. Salpausselkä in W-Finnland eine isolierte Bildung, die morphologisch mehr den dort beginnenden Längsosen zuzurechnen ist.

Entstehung des Salpausselkä.

Ursachen und wirksame Kräfte.

Die Versuche einer genetischen Erklärung des Salpausselkä sind schon älter als sein Name selbst. Immer tauchte zugleich mit einer Beachtung oder Beschreibung seiner Formen und des eigentümlichen, wenig durchsichtigen Baues die Frage nach ihrer Entstehung auf. Die jungen, lockeren Bildungen auf dem greisenhaften Antlitz des finnischen Rumpfes regten schon von Anfang die Phantasie an und verlangten gleichsam nach einer Deutung. Man fühlte wohl, daß Kräfte sie gebildet haben mußten, die von den rezenten wesentlich verschieden waren. Zugleich aber bot die Vielfaltigkeit der Randmoränen sehr viele Erklärungsmöglichkeiten, sodaß sich die verschiedensten Anschauungen bildeten, je nachdem, von welchen Beobachtungen oder theoretischen Vorstellungen, etwa über die eiszeitlichen Vorgänge, man ausging.

Deshalb wurde hier nicht eine Analyse der Details durchgeführt, sondern ein Weg beschritten, der aus theoretischen Erwägungen und rezenten Vergleichen, ferner aus den allgemeinen Ergebnissen der quartärgeologischen Forschung zunächst eine möglichst vollständige Übersicht über die wirksamen Kräfte und die Verhältnisse, die bei der Entstehung des Salpausselkä herrschten, zu gewinnen sucht. Denn gerade aus dem Zusammenwirken all dieser Ursachen und Vorgänge erklärt sich die Eigentümlichkeit und Vielfalt des inneren Baues und der äußeren Formen der Eisrandbildungen.

Eis und Eisrand.

Wie in jedem Vereisungsgebiet können wir auch in Nordeuropa zwei Typen eisgeformter Landschaften unterscheiden: Zentralgebiete, wo ein dauernder Eiszuwachs stattfand und der aktive Gletscher nach allen Seiten abströmte, sodaß hier Abtragung und Ausräumung intensiv zur Wirksamkeit gelangen konnten, und periphere Gebiete, wo die Vorwärtsbewegung allmählich erlahmte und der mitgeführte Schutt vom schmelzenden Eis abgelagert wurde. Nach seiner Oberflächenbeschaffenheit ist Finnland typisches Zentralgebiet. Das Eis trug allen losen Verwitterungsschutt fort, räumte Bruchzonen aus und schliff das Felsgerüst ab, stellen-

weise selbst große Blöcke lossprengend und wegführend. Zugleich aber bewirkte die Last der im Höhepunkt wohl mindestens 1000 m (Rudzki, Physik der Erde 1911, S. 229) mächtigen Eisschicht ein isostatisches Einsinken der Landoberfläche und einen elastischen Wiederanstieg nach dem Verschwinden dieser Belastung. — Das Eis ließ bei seinem schnellen Rückzug aber auch in Finnland seine Aufschüttungen zurück: Moräne und fluvioglaziales Material. Beide entstammen dem Schutt, den es mitgebracht hat und der meistens in den tieferen Zonen im Gletscher angereichert ist. Eine scharfe Trennung in eine eisfreie Grundmoräne unter dem Eis und in die besonders auf parallelen Gleitflächen im Eise eingeschlossene Innenmoräne wird man nach den Beobachtungen v. Drygalskis in Grönland (s. Hess 1904, S. 201 ff.) nicht machen dürfen. Denn, wie Gripp (1929) auf Spitzbergen beobachtet hat, sind auch die tiefsten Schuttschichten noch gefroren und zu Zeiten einer größeren Aktivität, besonders in Vorstoßphasen, reißen auch hier durchgehende, parallele Scherflächen auf und bewegen das Material gletscherauswärts. „Zweifelsfrei wird daher der Schuttransport zu den Zeiten größerer Aktivität erheblich stärker sein als während der Rückzugszeiten." (Gripp). Bei einem gleichmäßigen Gletscherrückgang bleibt nun dieser ganze Schutt als ungeschichtete, flache, stellenweise drumlinartig angeschwollene Grundmoränendecke zurück. Bei einem Haltstadium dagegen muß sich das Material zu einem Wall vor dem Eisrand anhäufen. Nach den Beobachtungen Gripps auf Spitzbergen spielt dabei das Ausschmelzen an Ort und Stelle nur eine verschwindende Rolle für die Hügelbildung. Vielmehr bestehen die Wälle aus Grundmoräne, die beim Rückzug des dauernd oszillierenden Gletschers zurückgelassen bei erneutem Vorstoß zusammengeschoben wird. Gleichzeitig bildet der wachsende Randmoränenwall eine Grenze, an der das vorrückende Eis sich stauen muß (s. auch Woldstedt 1929).

Zum Verständnis der fluvioglazialen Aufschüttungen sei zunächst ein Blick auf den Verlauf und die Tätigkeit der heutigen Gletscherschmelzwässer geworfen: In erster Linie werden sie von dem oberflächlich abschmelzenden Eis gespeist, wobei der Abschmelzbetrag am Gletscherrande natürlich am stärksten ist und sehr rasch nach innen zu abnimmt. Die so entstehenden Bäche fließen wohl eine Zeitlang auf der Oberfläche des Eises in steilwandig eingeschnittenen, oft serpentinenartig geschwungenen Rinnen dahin, verschwinden aber bald in Löchern und Spalten, die zum Teil schon im Eise präformiert, zum Teil aber auch durch die Erosion des Wassers gebildet und erweitert sind. Diesen Spalten kommt sowohl für die verstärkte Abschmelzung als für den Verlauf und die Sammlung der Schmelzwässer eine große Bedeutung zu, besonders wenn wir bedenken, wie tief solche Spalten in das

Eis eindringen können (in Grönland bis 145 km weit!). Neben diesen von der oberflächlichen Abschmelzung herrührenden Schmelzwässern müssen wir aber auch ein Abschmelzen im Innern des Eises annehmen, verursacht durch den Druck der darüberstehenden Eisdecke — anders könnten wir uns sonst die zahlreichen, auch den ganzen Winter über fließenden Schmelzwasserflüsse nicht erklären, die Gripp aus Spitzbergen beschrieb und die auch am Rande isländischer Gletscher trotz tiefer Temperaturen zu beobachten sind. Diese sub- und inglazialen Bäche und Flüsse (vgl. die Beobachtungen Gripps 1929 über das Entwässerungssystem des Holmström-Gletschers in Spitzbergen S. 182—184!) sind es auch, die bei ihrer starken erosiven Kraft — sie stehen meist unter hohem Druck — das Moränenmaterial im Eise fortführen und an ihrer Mündung am Gletscherrand beim plötzlichen Nachlassen des Druckes absetzen. — Aus spaltenarmen und frei endenden Gletschern werden meist kleine Schmelzwasserbäche austreten ohne sich zu größeren Wasseradern zu vereinigen. Dort aber, wo große Spaltensysteme das Eis durchsetzen (Ahlmann 1916/17) oder wo eine große Stauchmoräne das Gletscherende umgürtet (Gripp S. 229), sammeln sich die Wasser meist schon unter dem Eis zu richtigen Flüssen, die dann mit gesammelter Kraft die Moräne durchbrechen. Auf diese Weise entstehen große Schotter- und Sandfelder (Sander), die in flacher Lagerung an die Moränenwälle sich anschließen und durch die mäandrierend und oftmals sein Bett verlegend der durch den eigenen Schutt gehemmte Gletscherfluß seinen Lauf nimmt.

Daß bei einem erneuten Gletschervorstoß über fluvioglaziale Schuttfelder durch Zusammenschiebung auch große Mengen gerundeten und sortierten Materials in den Bau von Stauchmoränen eingehen können, erklärt deren wechselnde und regellose Zusammensetzung.

Tätigkeit des Meeres am Eisrand.

Im Vorausgehenden sind nur die Formen und Ablagerungen einer auf dem Land endenden Eisbedeckung geschildert worden. Sie erfahren eine bedeutende Modifikation, wenn das Eis, wie es zum größten Teil am Rande des sich bildenden Salpausselkä der Fall war, an eine große Wasserfläche grenzt.

Während die Gletscher auf dem Lande lobenförmig und mit sehr flacher Stirn endigen, können sich wohl auch in recht seichtes Wasser Eisloben vorschieben, in tieferem Meer aber bilden sich statt dessen Buchten im Eisrand, gegen die das Eis oft in hoher, senkrechter Wand abbricht, wie man es auf zahlreichen Bildern aus der Antarktis und aus Grönland erkennen kann; und ist

auf dem Lande das Abschmelzen die einzige Abtragungsform, so gesellt sich im Wasser das Kalben der Gletscher dazu, der Abbruch großer Eisblöcke an der vom Untergrund sich loslösenden und auf dem Wasser schwimmenden Eisdecke. Im allgemeinen wird das der Fall sein, wenn die Wassertiefe 5/6—6/7 der Eisdicke übertrifft. Natürlich oszilliert auch der hohe Gletscherrand im Wasser viel weniger als auf dem Lande und seine Bewegung ist eine mehr passive, abhängig von der Eisdicke und Meerestiefe: Eine Zunahme der Eisdicke oder eine Senkung des Wasserspiegels hat also wegen der geringen Kalbungstätigkeit ein Vorrücken des Eises zur Folge, das immer bestrebt ist, gerade auf der Grenze sich zu halten, wo es in eine schwimmende Decke übergeht.

Andererseits modifiziert das Meer auch die glazialen Ablagerungen: Die am Boden des Eises ins Meer abgesetzte Grundmoräne wird vielfach der allerfeinsten Teilchen beraubt, die im Wasser suspendiert bleiben. Die Schmelzwasserbäche und -flüsse schütten ihre Last in deltaförmigen Mündungskegeln ins Meer. Diese Ablagerungen können untermeerisch bleiben, sie können aber auch bis über den Wasserspiegel sich erheben: Dann breiten sich horizontale Deckschichten über schrägen, allmählich distalwärts in die flache Lage des Meeresbodens übergehenden Hangschichten an der Deltaoberfläche aus.

Die beiden Faktoren, Inlandeis und Meer, bildeten und formten den Salpausselkä. Um aber im Einzelnen seine Gestalt, seinen Verlauf und seinen Bau zu verstehen, muß noch eine Anzahl modifizierender Ursachen betrachtet werden: vor allem die Landoberfläche, der Untergrund also, auf dem das Eis sich bewegte und der auch die Tiefe des Meeres und die Form des Eisrandes bestimmte.

Beziehungen zwischen Untergrund und Inlandeis.

Theoretisch hat das Eis infolge seiner Plastizität das Bestreben gleichmäßig nach allen Seiten von seinem Nährgebiet aus abzufließen. Praktisch folgt es dabei jedoch der Richtung des geringsten Widerstandes. Es wird also vornehmlich im Großen wie im Kleinen durch Senken seinen Weg nehmen: Rinnen und Mulden bezeichnen die Stellen stärkster Bewegung und größter Eismächtigkeit.

Solange nun die Eisdicke die Reliefunterschiede des Bodens um ein Mehrfaches übertrifft, wie es im östlichen Fennoskandien während des Höhepunktes der Vereisung der Fall war, können nur die großen und allgemeinen Höhenunterschiede der Landoberfläche für die Eisrichtung eine Rolle spielen. Das Kleinrelief dagegen erleidet vor allem eine passive Umgestaltung: es entsteht eine deutliche Streifung in der Gletscherrichtung, die der selek-

tiven Erosion des Eises ihre Entstehung verdankt. In dem Maße, wie nun die Eisdicke abnimmt und die vom Eise geformte Landschaft in die Peripherie des Gletschers zu liegen kommt, werden auch die Formen des Reliefs im Einzelnen immer mehr bestimmend für die Tätigkeit des Eises: In Mulden bilden sich lokale Eisströme im Inlandeise heraus, deren Richtung mannigfaltigen Modifikationen unterworfen sein kann. Zugleich entstehen Spannungen in der Eisdecke, die durch die verschiedene Strömungsgeschwindigkeit in hohem und tiefem Gebiet verursacht sind, Spalten reißen auf, besonders gerne am Rande der Wannen oder im Gefolge höherer Erhebungen, die wie eine Pflugschar dem Eisanprall sich entgegenstellen. Wie wichtig aber solche Spalten für das Abschmelzen und die Entwässerung der Gletscher und für die Aufschüttungen fluvioglazialen Materials sind, darauf wurde schon hingewiesen.

Ferner werden in Wannen und Gräben auch die Moränen- und Schmelzwasserablagerungen mächtiger sein als in höheren Zonen, denn in den Senken ist die materialschürfende und transportierende Kraft größer. Am deutlichsten spiegelt sich die Konfiguration des Untergrundes in der Form des Eisrandes und damit der Randmoränen wieder, da hier das Eis in seiner Abflußrichtung gegen die distale Seite hin überhaupt nicht durch den entgegenstehenden und seitlichen Eisdruck gehemmt wird: Solange der Gletscher auf trockenem Lande endigt, schickt er in die Hohlformen zungenförmige Eisloben vor, während in den danebengelegenen höheren Gebieten die dünne Eisdecke schon weithin abgeschmolzen sein kann. Gerade das Gegenteil ist der Fall, wenn das Eis an eine tiefe Wasserfläche grenzt: Das Kalben, dem hier die größte Bedeutung für die Abtragung zukommt, kann in größerem Umfang nur in dem tiefen Wasser der Mulden erfolgen, da hier die Eisdecke schwimmend erhalten wird und in Eisblöcke sich spaltet. Dieselben topographischen Bedingungen, die also auf dem Festland lobenförmige Vorbiegungen des Eisrandes hervorrufen, lassen im Wasser Kalbungsbuchten entstehen, die bisweilen tief in das Inlandeis einschneiden können. Umgekehrt springen an Stellen seichteren Wassers, wo das Eis fest auf dem Untergrund aufsitzt, Eiskaps in das Meer vor.

Reliefunterschiede quer zur Bewegungsrichtung des Eises beeinflussen weniger die Formen als die Rückzugsgeschwindigkeit des Eisrandes: In Quersenken, wo das Eis dicker ist, wird der Rückzugsbetrag geringer sein müssen als in Höhenzonen und weil das Eis immer bestrebt ist, seine abgeflachte Kalottenform beizubehalten, muß es, sofern es auf dem Lande endet, an Hängen, die sich seiner Bewegungsrichtung entgegenstellen, fast stagnieren, während es in distalwärts abfallendem Gelände sich schnell zu-

rückziehen kann. — Gerade das Umgekehrte ist der Fall, wenn die Inlandeisdecke an das Meer grenzt. Weil hier in tiefem Wasser die randliche Abtragung durch kalbende Eisberge größere Bedeutung hat als das Schmelzen, verzögert gerade ein vom Eise weggeneigter Hang die Rückzugsgeschwindigkeit erheblich, weil an ihm das Wasser seichter wird, das Eis also fest auf seiner Unterlage aufzusitzen beginnt und nicht mehr in Eisberge zerbricht. Erst wenn das oberflächliche Abschmelzen das Eis soweit erniedrigt hat, daß es wieder auf dem Wasser zu schwimmen beginnt, kann das Kalben stärkere Ausmaße annehmen um jedoch gleich wieder infolge des ansteigenden Untergrundes gehemmt zu werden. Das Eis wird also länger verweilen als unter gleichen Bedingungen in der Ebene. Umgekehrt wird auf dem Proximalabfall das Kalben in dem tiefer werdenden Wasser wieder in stärkstem Maße wirksam, sodaß das Eis sich trotz seiner größeren Mächtigkeit schnell zurückzieht (s. Sauramo 1924).

Wenn wir nach diesen theoretischen Erwägungen die Frage zu entscheiden versuchen, wie weit in Finnland das Bodenrelief die Bewegung, Materialführung und Rückzugsgeschwindigkeit des Inlandeises beeinflußt hat, so müssen wir uns darüber klar sein, daß die Höhenunterschiede, die uns auf dem finnischen Rumpfplateau entgegentreten, wenige hundert Meter nirgends überschreiten, daß sie also erst in der Randzone der abklingenden Vereisung eine stärkere Wirksamkeit haben entfalten können. Vorher spielten nur die großen und allgemeinen Züge des Bodenreliefs eine nennenswerte Rolle: Die wichtigste solche Leitlinie des zentralen Fennoskandien ist die Senke des heutigen Bottnischen Meerbusens. Obwohl natürlich die geschlossene Eisdecke ganz Skandinavien verhüllte, so war doch in dieser Tiefenfurche die Dicke und Aktivität des Eises eine größere als in den höher gelegenen Zonen.

Eine zweite, wenn auch nur sehr flache und wenig ausgeprägte Senke findet sich in Zentralfinnland, die Landschaft, die wir heute allgemein als Finnisches Seeenplateau bezeichnen: Sie streicht etwa in derselben Richtung wie die Bottnische Senke und verbreitert sich von Norden nach Süden. Auch in ihr bewegte sich das Inlandeis wohl etwas schneller und beförderte mehr Material als in den Nachbargebieten. Nach Norden geht die flache mittelfinnische Platte ohne größere Schwelle in die Österbottnische Küstenebene über. Hier wurde sie wohl hauptsächlich vom Inlandeiszentrum gespeist. Südlich davon ist sie dagegen vom Bottnischen Becken durch die etwas höhere Schwelle des Suomenselkä getrennt, eine breite, schildförmig gewölbte Wasserscheidenzone, die 150—200 m über dem Meeresniveau liegend ca. 50 m über die östlichen und westlichen Gebiete sich erhebt und vom mittleren Österbotten aus

der Gegend südlich des Kalajoki parallel zur Bottnischen Küste nach Südtavastland zieht. Im Osten ist das Seenplateau von der höheren Zone des Maanselkä begrenzt, der etwa der heutigen Ostgrenze Finnlands folgend die Wasserscheide zwischen Ostsee und Weißem Meer bezeichnet und, im S bis zu 300 m ü. M. hoch, im N noch höher, die Höhe der zentralfinnischen Seespiegel (Saimaa, Puruvesi, Orivesi = 76 m) um 100—200 m überragt (vgl. dazu die topographischen Karten 1 : 2 000 000 im Atlas von Finnland 1928 und 1 : 1 000 000 hrsg. vom Maamittaushallitus 1933). Besonders am östlichen Rücken, dem Maanselkä, staute sich das konzentrisch nach allen Richtungen ausstrahlende Eis und wurde dadurch ebenfalls nach Süden abgelenkt, um sich dann im Bereich der Ausräumungsrinne des Finnischen Meerbusens mit dem Baltischen Hauptstrom zu vereinigen.

Eine wichtige Eigenschaft, die die Seenplatte von der östlichen und westlichen Schwelle unterscheidet, ist gerade das Auftreten von Seebecken und zwar zeigen diese Hohlformen alle eine ganz deutliche Längserstreckung in der Eisrichtung, indem die Seen im Westen N—S (Päijännegebiet bis Saimaagegend), im Osten dagegen NNW—SSO streichen und so direkt zur allgemeinen Schrammenrichtung parallel laufen. Diese außerordentlich charakteristische Streifigkeit der Landschaft ist aber zum großen Teil ein Werk der Gletschererosion. Wohl müssen wir annehmen, daß alle tiefen Hohlformen der Seen schon präglazial durch alte Flußläufe und besonders durch tektonische Schwächelinien vorgebildet waren (Sederholm 1911, 1931; Penck 1927), aber ihre Zusammenschließung zu langen, in der Eisrichtung verlaufenden Gräben, die Ausräumung longitudinaler Schwächezonen ist ein Werk des Inlandeises besonders während seiner aktivsten Phasen in den Höhepunkten der Eiszeiten. Da wir aber diese Streifigkeit sowohl am Suomenselkä als am Maanselkä wesentlich schwächer ausgeprägt sehen als im Seenplateau, so ist auch das ein weiterer Beweis für eine größere Gletschererosionstätigkeit im Seenplateau. Für die späteren Phasen des Rückzuges aber, wo die Eiskraft erlahmte, wurden nun diese Längsrinnen zu wichtigen Leitlinien. In ihnen sammelte sich der Schutt, bildeten sich Gletscherspalten und in ihnen entwickelten sich auch die bedeutendsten Schmelzwasserflüsse. Zugleich wurde sowohl die Vorwärtsbewegung als das Rückschreiten des Eises in dieser Landschaft, die in der Querrichtung nur sehr geringe Reliefunterschiede aufweist, kaum nennenswert gehemmt.

Im Süden endet dieser Landschaftstyp an einer deutlichen Grenze, die etwa durch den Salpausselkägürtel markiert wird. In dem hier beginnenden Südfinnischen Küstengebiet, das gegen den Finnischen Meerbusen zu und gegen den Ladogasee von 80—100 m durchschnittlicher Höhe bis auf das Meeresniveau abfällt, vermis-

sen wir die für die Seenplatte bezeichnenden Längsrinnen. Keines der mittelfinnischen Seenbecken findet hier in einer deutlichen Tiefenfurche seine Entsprechung, wie es aus den nördlich und südlich vom Salpausselkä gezeichneten Querprofilen (Tafel I) hervorgeht. Zugleich aber erlangt die Reliefenergie in der Querrichtung eine größere Bedeutung, wie ebenfalls in den Längsprofilen auf Tafel I und bei einem Vergleich mit den Querprofilen zu erkennen ist. Die seltenen kleinen Seen zeigen keine deutliche Orientierung in der Eisrichtung mehr und ebensowenig weist die Küstenkonfiguration des Finnischen Golfes und des Ladogasees auf eine solche bevorzugte Ausräumung und Streifung der Landschaft in der Richtung der Eisbewegung hin. Alle diese Gründe sprechen dafür, daß sich an der bezeichneten Grenze auch ein Wechsel in der Eistätigkeit vollzogen haben muß, daß im Seenplateau das Eis seine ganze Aktivität, die zentrale Vergletscherungsgebiete kennzeichnet, entfaltete, während es in der Küstenzone nur noch schwächer erosiv wirksam war. Dieser Übergang zu einem schon schwach peripheren Oberflächencharakter ist aber nicht allein durch die wachsende Entfernung vom Vereisungszentrum bedingt sondern viele Beobachtungen deuten darauf hin, daß sich gerade an dieser durch den Salpausselkä bezeichneten Grenze auch eine primäre höhere Schwelle des Untergrunds befindet (vielleicht eine tertiäre Wasserscheidenregion, vgl. Braun 1923), die das Eis staute und zugleich eben ein solches Hindernis für den gleichmäßigen Eisrückzug darstellte, wie es schon oben gekennzeichnet ist: Daß nämlich der Eisrand im subaquatischen Mittelteil am Distalhang, d. h. in den höchsten Partieen der Südfinnischen Küstenlandschaft, stagnierte, im supraaquatischen, höheren Osten dagegen an der Innenseite dieser Schwelle sich staute, eine Höhenzone also, die den Maanselkä und Suomenselkä im Süden U-förmig zusammenschließt. Sauramo hat (1924) aus den Verzögerungen, die der rückschreitende Eisrand durch eine solche Bodenkonfiguration erfährt, den ganzen Eishalt des Salpausselkä zu erklären versucht und sein schematisches Profil, das er dazu zeichnete, erläutert in einleuchtender Weise die Abhängigkeit der Eisrückzugsgeschwindigkeit und damit der Haltstadien von den Bedingungen des Reliefs.

In ähnlichem Sinne schreibt Leiviskä (1920, S. 380), „daß an dem Platze des Salpausselkä in der Abschmelzperiode eine deutlich ausgeprägte, rückenförmige Grenzzone zwischen dem aus dem Becken des Finnischen Busens und des Ladogasees aufsteigenden Abhang und dem gleichmäßig hohen oder sogar etwas nach N und NW abgeflachten Plateau des Binnenlandes bestanden hat — eine Grenzzone, die darum noch schärfer hervortritt, weil innerhalb derselben große Becken und zahlreiche kleine Mulden liegen."

Um diese Fragen, die für eine genetische und morphologische

Betrachtung von großer Bedeutung sind, noch näher zu beleuchten, seien einige Beobachtungen angeführt, die entscheiden sollen, wieweit die im S der Seenplatte angenommene Schwelle reale Existenz hat und wie sie verläuft: Zu diesem Zweck wurden zunächst an verschiedenen Stellen senkrecht zum Salpausselkä Profile von der südfinnischen Küste bis zum Seenplateau gezeichnet. Aus diesen geht hervor, daß die allgemeine Landoberfläche zunächst vom Finnischen Golf, bzw. Ladogasee an gegen N ansteigt bis zu einer Kulminationszone, von der sie sich dann etwas senkt oder zum mindesten flach weiterläuft. In Westfinnland liegt diese breite Scheitelzone etwa in einer Linie, die von der Gegend N von Koski und Somero — S von Renko — gegen Lammi und Hollola zieht als schwach schildförmige Aufwölbung, deren relative Höhe nur einige Zehner von Metern beträgt und die, wie alle Schwellen und Wasserscheidenzonen des finnischen Rumpfes, in der Natur infolge ihrer Breite überhaupt nicht wahrgenommen wird. Hier liegen die Salpausselkägürtel weit südlich und nur der 3. Salpausselkä scheint einigermaßen an die Schwelle sich anzuschließen. In ganz Mittelfinnland dagegen fällt die deutliche Kulmination des Küstenanstieges etwa mit dem Gürtel des äußeren und inneren Salpausselkä zusammen so, daß meistens das Gelände um den 2. Salpausselkä noch etwas höher ist als am 1., während das innerhalb gelegene Seenplateau zunächst fast überall ein niedrigeres allgemeines Niveau einnimmt. Unter anderem geht das auch daraus hervor, daß bisweilen die Seespiegel zwischen den Salpausselkägürteln eine größere absolute Höhe haben, als die N des 2. Salpausselkä: So liegt der Spiegel des Vesijärvi ca. 4 m höher als der des Päijännesees und die größeren Seen N von Nastola, der Salajärvi (93 m), Kymijärvi (94 m), Ruuhijärvi (86 m) und der Oksjärvi (87 m) überragen noch um einen größeren Betrag die Seespiegel um Heinola (Ruotsalainen = 84 m, Konnivesi = 78 m). Außerdem fällt die höchste Erhebung des Felsgrundes in Südfinnland, der Tiirismaa bei Lahti mit 223 m, in diese Schwellenregion. Nur an wenigen Stellen ist diese unterbrochen, sodaß sich Flüsse in ihnen den Weg nach S bahnen konnten. Immerhin aber setzen sich die tiefen Hohlformen der Seebecken, die im Seenplateau an mehreren Stellen Tiefen von 80—90 m aufweisen und also bis zum Meeresniveau hinabreichen, nicht über diese Schwelle hinaus nach S fort. Selbst die breite Mulde des Saimaasees findet südlich des 1. Salpausselkä in keiner tieferen Senke ihre Entsprechung.

In Ostkarelien dagegen steigt die Landoberfläche von der Grenze des Seenplateaus überhaupt kontinuierlich nach O an. Der Salpausselkä liegt auf der Innenseite dieser breiten Rückenzone, dort gerade, wo das Eis sich stauen mußte und längere Zeit festgehalten wurde.

Wenn so zweifellos in Mittel- und Ostfinnland die Aufschüttung der Randmoräne an eine reale Bodenschwelle sich knüpft und zwar am wahrscheinlichsten auf die Art, wie Sauramo es sich vorgestellt hat, so fehlt in Westfinnland doch besonders für den 1. und 2. Salpausselkä eine deutliche Begründung durch die Topographie. Weil wir es außerdem ganz allgemein mit nur sehr geringen Höhenunterschieden zu tun haben und weil die Form des Untergrundes fast nirgends die ausgeprägte doppelte Stagnation des Eisrandes zu begründen vermag, so dürfen wir nicht allein topographische Gründe für die Aufschüttung des Salpausselkä annehmen sondern müssen noch andere, klimatische Ursachen dafür verantwortlich machen. Daß aber die Topographie überall zur Formausbildung der Haltmoränen in stärkstem Maße beigetragen und daß sie an vielen Stellen die Stagnation begünstigt hat, das darf als gesichert gelten, besonders weil die Marginalbildungen überall dort am besten ausgeprägt sind, wo der Untergrund in dem bezeichneten Sinne ihre Ablagerung gefördert hat.

Die Geschichte des Spätglazials.

Wenn wir die Entstehung eines Gletscherhaltes deuten wollen, so erhebt sich immer zugleich die Frage, wie lange das Eis hier stillgestanden und wie schnell es sich vor- und nachher zurückgezogen hat. Ferner ist die Landhebung und damit verbunden die Verschiebung des Wasserspiegels, an dessen Rand das Inlandeis grenzte, von höchster Bedeutung für die Rückzugsgeschwindigkeit, für die Form und Höhe der Moränenwälle und der fluvioglazialen Deltabildungen und für die Ausbildung von Terrassen an den Hängen. Auf verschiedenen Wegen, Warwenchronologie, Verfolgung der verschiedenen alten Strandlinien, die die Wasserbedekkung am Rande des sich hebenden Landes hinterließ, durch Analyse von Moorprofilen, konnten Ramsay, Sauramo und deren Schüler allmählich Klarheit in die sehr komplizierte Folge der postglazialen Ereignisse bringen. Hier sei an Hand einer Tabelle nur das Wichtigste aus der spät- und postglazialen Entwicklung Finnlands mitgeteilt (Tabelle 1).

Zur Zeit, als der rückschreitende Eisrand die heutige Südküste Finnlands erreicht hatte, trennte eine ziemlich hohe Schwelle das Baltische Becken vom Weltmeer und ein glazialer See, der Baltische Eissee, erfüllte den eisfreien Raum der Ostsee, dessen Spiegel infolge der gewaltigen Schmelzwasserzufuhr beträchtlich über dem Ozeanniveau lag. Sein Abfluß war im südlichen Schweden nahe dem Eisrand bei Dala südlich des Berges Billing. Um das Jahr —700 (nach Sauramos Chronologie) sank dann dieser Baltische Eissee I um 50 m (nach Munthe) auf das Niveau B II. Ob damals der Abfluß ebenfalls noch über die mittelschwedische Senke

Tabelle 1.

Chronologie und Ostseeentwicklung im Spätglazial (nach Sauramo).

Chronologie der Warwen	Struktur der Warwen	Bewegung des Eisrandes	Stadien der Ostseeentwicklung
— 1400	Verhältnismäßig dünne Einzelwarwen, gute Schichtung, Material ziemlich grob.	Eisrand an der südfinn. Küste angelangt. Rückzugsgeschwindigkeit bis zum Halt am Salpausselkä: ca. 60 m pro Jahr.	B I
— 700	Einzelwarwen dünner als vorher u. undeutlich geschichtet; lehmiges Material.	Ankunft des Eisrandes am Berg Billing in Schweden. 200 bis 250 Jahre Eishalt am 1. Salpausselkä.	Senkung um 50 m auf B II a
— 660			
bis			
— 435	Jahreswarwe von —435 sehr dick und besteht aus sehr grobem Sand.	Bildung der Distalplateaus auf dem Niveau Z.	Senkung um 25 m auf das marine Niveau Z.
— 435	Marine, gut geschichtete Warwen.	Eisrückzug.	Ansteigen des Wasserspiegels auf B II b
bis	Einzelwarwen dünner als die folgenden.		
ca — 200			
ca — 200	Einzelwarwen sehr dick. Schichtung besonders im oberen Teil sehr schlecht zu erkennen. Sehr feines Tonmaterial.	ca. 200 Jahre Eishalt am 2. Salpausselkä.	Sinken des Wasserspiegels auf B III
bis			
± 0			
± 0	Unten dicke, grobkörnige Einzelwarwen, nach oben zu werden die Warwen dünner und das Material wird feiner bis zu echtem Ton. Schichtung im NO gut ausgeprägt im SW besonders zwischen den Jahren 105 bis 155 sehr schwache Schichtung.	Ende des 2. Salpausselkä.	2. Senkung des Baltischen Eissees auf das 27—28 m tiefere marine Y I
		Zwischen +100 u. +200 Bildung des 3. Salpausselkä in Westfinnland.	Bald erneutes Ansteigen auf B IV
bis		Durchschnittliche Rückzugsgeschwindigkeit des Eisrandes nach dem Haltstadium:	und auf B V
+ 292			
+ 292	Feines Material, in SW-Finnland schlecht geschichtet.	ca. 260 m pro Jahr.	Endgültige Senkung auf das marine Niveau von Yoldia (I, II und III)
bis	Sehr feines Material, zum Teil etwas besser geschichtet. Dünne Warwen.		
+ 520			

zum Atlantischen Ozean hin erfolgte, ist fraglich. Denn nach den neuesten Forschungen Hyyppäs (1936) erstreckte sich bereits damals eine schmale Bucht des Baltischen Eisstausees II über Karelien nach Ostlappland in die Gegend von Salla, wo die Wasser durch die Rinne von Tenniö und des Aapajärvi einen niedrigeren Abflußweg zum Weißen Meer hin fanden und dadurch die plötzliche Senkung des Wasserspiegels im Baltischen Becken herbeiführten. In direktem Zusammenhang mit dieser Regression steht der beinahe gleichzeitig beginnende Eishalt am Salpausselkägürtel in Finnland, der etwa von —660 bis zum Jahre ±0 dauerte. Im Jahre —435 trat dann plötzlich, wohl infolge eines Eisrückzuges vom Berge Billing in Südschweden und der damit verbundenen Öffnung einer tieferen Pforte, eine vorübergehende Erniedrigung bis auf das Ozeanniveau ein, sodaß der Wasserspiegel am Salpausselkä um 24—25 m fiel. Zugleich bezeichnet dieses Jahr etwa das Ende des 1. Salpausselkästadiums, wenigstens dort, wo die Bändertone der marinen Zirphaeazeit auch den Endmoränenwall in proximaler Richtung überschreiten. An andern Stellen läßt jedoch sowohl die Warwenchronologie als die Ausbildung von distalen fluvioglazialen Deltas am 1. Salpausselkä auf diesem tieferen marinen Zirphaeaniveau darauf schließen, daß hier der Eisrand noch länger verweilte: Ein Beweis also, daß der Eisrückzug ungleichmäßig erfolgt ist und daß es sich bei den Randmoränen um keine streng synchronen Bildungen handelt.

In Schweden aber sperrte der wiederum an den Berg Billing vorrückende Gletscher bald diese „Billinger Pforte" ab und staute einen etwa 5 m unter B II a liegenden Eissee B II b auf. Ein nun allgemein stattfindender Eisrückgang war die Folge dieses Ereignisses.

Um das Jahr —200 scheint dann ein schwaches Sinken des Seeniveaus um ca. 6 m von B II b auf B III erneut das Inlandeis zu einem allgemeinen Stillstand gebracht zu haben, während dessen der 2. Salpausselkä aufgeschüttet worden ist. Eine Karte des Baltischen Eissees III, der sicher über Ostlappland zum Weißen Meer hin abgeflossen ist, findet sich bei Hyyppä (1936, S. 439).

Im Jahre ±0, als der Eisrand etwa überall schon von der Randmoräne des 2. Salpausselkä sich gelöst hatte, sank der Baltische Eisstausee zum zweiten Male auf das nun 28 m tiefer gelegene Ozeanniveau. Aber noch blieb dieses marine Yoldiameer im Ostseeraum nicht herrschend; noch einmal staute das vorrückende Eis am Berge Billing einen Eisstausee auf, der stufenweise verschiedene Niveaus einnahm: B IV ca. 14 m und B V 23 über Yoldia I bzw. 4—5 m unter B III. Während dieser Zeit kam es im Westen, wo überhaupt der Betrag der Rezession infolge der größeren Eisdicke geringer war als in Mittel- und Ostfinnland, zwischen +100

und +200 noch zu einem bemerkenswerten Eishalt, der die Aufschüttung des wenig zusammenhängenden 3. Salpausselkä verursachte. Dieses Stagnieren scheint hier vor allem durch eine den Bedingungen des 1. und 2. Salpausselkä im Mittelteil entsprechende Topographie begründet zu sein. Erst im Jahre +292, wo auch eine plötzliche Faziesänderung in den warwigen Sedimenten wahrzunehmen ist, fand die letzte Senkung auf das nun herrschende Yoldianiveau statt.

Die spätere Entwicklung im Ostseeraum kommt für den Salpausselkä nur insoweit in Betracht, als sich die Ereignisse in Terrassen oder Steinwällen an seinen Hängen realisiert haben: Die Yoldiazeit gliedert sich nach Sauramo in drei Strandsysteme Y I, Y II und Y III, die im Päijännegebiet auch an bestimmte Eisrandlagen angeschlossen werden konnten. Die etwa um das Jahr 520 (mächtige Warwen!) erfolgende rapide Regression des Meeres führte auf das ebenfalls marine Niveau Rho, das dann nach dem Jahre 900 stufenweise auf die Strandflächen von Rha sich senkte. Auch in der Folgezeit konnten noch ausgeprägte Strandlinien entstehen, bedingt durch Unregelmäßigkeiten der Landhebung *) und der Wasserspiegelschwankungen, ferner durch Unterminierung höherer Uferterrassen durch nahegelegene, niedrigere. Besonders ein Ereignis führte zu einer allgemein sehr deutlichen Strandbildung: Die Ancylustransgression. Diese erreichte in der Zone des Salpausselkä noch die viel älteren, Rha-zeitlichen Strandflächen, sie auslöschend und durch jüngere, deutliche Transgressionsterrassen ersetzend. In der Gegend von Helsinki stieg so der Wasserspiegel von ca. 40 m am Ende der marinen Epoche bis auf 59 m (Hyyppä 1935).

Infolge der Landkippung — Senkung der Südküsten des Ostseebeckens und starke Hebung der bottnischen Gebiete — löste eine Regression jedoch bald die Transgression in Finnland ab, sodaß in der Gegend von Helsinki der Wasserspiegel bis auf 30 m fiel. Zugleich öffnete in Dänemark die Darsser Schwelle dem Wasser einen tiefergelegenen Abflußkanal, bis dann schließlich zu Beginn der Litorinazeit wieder durch die dänischen Sunde die offene Verbindung mit dem Ozean erreicht war.

Wenn auch diese nun folgenden Litorina-zeitlichen Strandlinien (L I, L II, L III nach Hyyppä 1932) transgressiven Charakter haben, so hat das vor allem seinen Grund in dem klimatisch bedingten letzten Ansteigen des Meeresspiegels, das wohl nicht ganz gleichmäßig erfolgt ist (Wechsellagerung von litoralem Torf und marinen Sandschichten in Snoder und Gotland, vgl. auch Ramsay 1924,

*) Solche Anomalien wurden auch für den rezenten Hebungsverlauf im Ostseebecken von Witting 1918 festgestellt. Vgl. auch Tanner 1930, Hyyppä 1932, Sederholm 1932, Sauramo 1934, 1936!

Hyyppä 1932), und in dem allmählichen und nicht ganz gleichmäßigen Abklingen der Landhebungsintensität.

Für die Folgezeit entfielen am Meeresstrand immer mehr die Bedingungen, die zur Bildung ausgeprägter Strandlinien hätten führen können, sodaß wir diese Zeit nur noch floristisch und faunistisch gliedern können (s. Tabelle 2 S. 24).

Die klimatischen Ursachen des Eishaltes.

Ausgehend von der allgemein angenommenen Theorie, daß die Eiszeiten durch ein Kälterwerden des Klimas bedingt seien, erklärte man auch die kürzeren oder längeren Haltstadien des rückschreitenden Eisrandes durch Stockungen in der allmählichen Wiedererwärmung (z. B. De Geer, Ramsay, A. Penck). Diese Annahme, die noch keine greifbaren stratigraphischen Beweise anzuführen vermochte, blieb jedoch nicht unbestritten. Es ergab sich bald, daß keine strenge Gleichzeitigkeit innerhalb der skandinavischen Stadialmoränen herrscht: So ist im nordöstlichsten Karelien überhaupt keine ausgeprägte Randmoräne aufgeschüttet worden, weiter nach Südwesten ist nur der 2. Salpausselkä festzustellen, im mittleren Südfinnland sind zwei wohldefinierte Stagnationen erfolgt, in Südwestfinnland drei mit kürzeren eingeschobenen Zwischenhalten. Im östlichen Schweden kann man 9 parallele Moränenwälle zählen, in Zentralschweden 2, in Westschweden 4—5 und in Norwegen sind es zwei lange und eine große Zahl kürzerer Eishalte (Sauramo 1924). Ferner scheint auch der Beginn und das Ende der Stagnationsphase nicht überall gleichzeitig erfolgt zu sein. Ein zweiter Faktor, der gegen ein Kälterwerden des Klimas spricht, ist die Stratigraphie des Warwen. Sauramo konnte nämlich feststellen, daß die während eines Haltes gebildeten, geschichteten Tonlagen absolut nicht dünner sind als die während des Eisrückzuges vor- und nachher abgelagerten, daß also der Betrag des randlichen Abschmelzens des Gletschers während seines Haltes nicht geringer gewesen sein konnte, wie es bei einer allgemeinen Temperaturabnahme hätte der Fall sein müssen (vgl. auch Leiviskä 1920, S. 375).

Wenn deshalb die klimatischen Bedingungen erforscht werden sollen, so darf man nicht von den Halten ausgehen, um daraus doch recht vage Schlüsse auf die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse zu ziehen. Sondern es muß versucht werden, unabhängig davon auf Grund einer Analyse der Vegetationsentwicklung und astronomischer Konstellationen objektive Zeugnisse zu gewinnen für den Klimaverlauf und eine mögliche Periodizität.

Die Ergebnisse der pollenanalystischen und moorstratigraphischen Untersuchungen und der astronomischen Berechnungen sind wiederum in einer Tabelle zusammengestellt und mit der spät-

glazialen Entwicklung in Südfinnland parallelisiert (Tabelle 2).

Bis in die letzten Jahre hinein folgte man in der wissenschaftlichen Welt allgemein der Blytt-Sernanderschen Theorie der Vegetations- und Klimaentwicklung, weil sie zwanglos die angenommene langsame Wiedererwärmung nach dem Höhepunkt der Eiszeit pflanzengeschichtlich belegte. In dieses etwas starre Schema fügten sich jedoch neue Untersuchungen nicht mehr ein.

Das sind vor allem zwei Arbeiten, die sich auf unabhängig voneinander gemachte, sehr genaue Pollenanalysen stützen und die die Horizonte auch hinreichend genau datieren können: Hyyppäs Untersuchungen auf der Karelischen Landenge (1933) und die Arbeit von Firbas (1935), die sich vor allem auf Pollenanalysen im Alpenvorland, in Schwaben und im Oberrheingebiet bezieht. Hyyppä wies nämlich in der Dryasflora der Karelischen Landenge, die Lindberg als Beweis eines arktischen Klimas gedeutet hatte, schon reichliche Pollen von Birke und Kiefer nach, von denen die russischen Forscher Markow und Poretzky auch makroskopische Holzreste, Borke, Zapfen und Kätzchen gefunden hatten. Diese Torfschichten, die zweifellos älter sind als die Salpausselkästadien und die sich schon vor 12 000—13 000 Jahren in den hochgelegenen, supraaquatischen Teilen der Karelischen Landenge gebildet haben, enthalten aber auch Pollen von Fichte und Erle und selbst Tilia ist in einem unbezweifelbaren Pollenkorn nachgewiesen. In den höheren Horizonten, die etwa in die Zeit der jüngsten Eisseestadien und des Yoldiameeres fallen, ist dagegen ein deutlicher Rückgang der wärmeliebenden Bäume zu beobachten: Picea obovata und Alnus incana als verhältnismäßig kontinentale Arten verschwinden fast ganz. Erst in der späten Ancyluszeit setzen dann erneut die wärmeliebenden Pflanzen ein, um in der Litorinazeit ihr Maximum zu erreichen (Alnus, Quercus, Corylus, Tilia). Die Pollen der ozeanischeren Picea excelsa nehmen erst in der mittleren Litorinazeit an Verbreitung stark zu.

Zu ähnlichen Resultaten kam Firbas. Ihm standen noch wesentlich ältere Moorhorizonte zur Verfügung, als die erst verhältnismäßig spät sich vom Eise befreiende Karelische Landenge bieten konnte, und er vermochte in der Pfalz und im Rheingebiet die Vegetationsentwicklung bis in den Höhepunkt der letzten Vereisung zurückzuverfolgen. Dabei ergaben sich zwei sehr wichtige Gesichtspunkte:

1. Die Moorbildung im Spätglazial ist wesentlich älter als bisher angenommen war. Sie setzte in den tiefer gelegenen Gebieten des schwäbischen und bayerischen Alpenvorlandes schon ein, kurz nachdem sich der Eisrand aus den betreffenden Regionen zurückgezogen hatte. Mit dieser Feststellung fällt aber eine Hauptstütze für die Theorie eines extrem kontinentalen Spätglazials, die gerade

Tabelle 2.

Klimaentwicklung und Vegetationsentwicklung des Spät- und Postglazials.

Chronologie: Jahre in christl. Zeitrechn.	Geochronologische Perioden	Entwicklungsgeschichte der Ostsee	Astronomische Daten (nach Milankovitch)	Ältere Vegetationsperioden nach Blytt-Sernander
2000	Post-glazial	Mya- und Limnaeus-Periode	Strahlungsabnahme.	**Neuzeit:** trockener
1000				**Subatlantische Zeit:** Feuchtes u. besonders anfangs kaltes Klima. Ausbreitung der Fichte.
Chr. Geb				
1000				**Subboreale Zeit:** Gegen Ende Klimaoptimum. Größte Ausbreitung der Xerothermen, Corylus u. a. Eichenmischwälder.
2000		Litorina-Periode		
3000				**Atlantische Zeit:** Laubwälder, wie in der subborealen Periode.
4000				
5000				
6000		Ancylus-Periode		**Boreale Zeit:** Trocken-warmes Klima. Einwanderung der Eiche.
7000	Fini-glazial			
8000		Yoldia-Periode		**Subarktische Zeit:** Föhre und Birke.
9000	Goti-glazial	Periode der Baltischen Eisseen	Strahlungsmaximum. Heiße Sommer.	**Arktische Zeit:** Dryas-Flora.
10 000				
11 000			Strahlungszunahme.	
12 000				
13 000				
20 000 bis 25 000	Baltischer Vorstoß? (Bühlstadium der Alpen?)		Strahlungsminimum.	
ca. 70 000	Letzter Höhepunkt der Vereisung		Längeres Strahlungsminimum.	

Theorien	Neuere Theorien		
Klima nach Brooks	Vegetations- und Klimaentwicklung auf der Karelischen Landenge nach E. Hyyppä		Vegetationsentwicklung in Mitteleuropa nach Firbas, Gams und Nordhagen.
Trockener werdend. Kühler und feuchter.	Kiefern-Fichten-Birkenwälder. Fichten-Kiefern-Birkenwälder und spärlich edle Laubbäume.	Postglaziale Klimaverschlechterung.	Austrocknung der Moore. Größte Häufigkeit der Buche u. des Bergahorns. Wiederausbreitung von Rot- und Weißtanne. Aussterben von Trapa u. a.
warm und trocken.	Kiefern-Birken-Fichtenwälder und Maximum der edlen Laubbäume.	Klimaoptimum der postglazialen Wärmezeit.	Vorherrsch. Eichenwälder. In trockenen Gegenden und auf Mooren Föhrenwälder. Waldgrenze erhöht. Ausbreitung der Xerothermen.
warm und feucht.			Eichenwälder. Am Alpenrand und in den Voralpen größte Häufigkeit der Eibe. Einwanderung der Weißtanne und Buche.
kontinental.	Kiefern-Birkenwälder + Alnus, Ulmus, Corylus; spärlich Picea, Tilia, Quercus.	Beginn der postglazialen Wärmezeit.	Endgültige Ausbreitung von Eiche, Linde, Hasel. In den Alpen Lärche und Arve. Schwacher Rückgang der Wärmebäume. Birkenanstieg. Feuchter und vielleicht etwas kühler als vorher.
streng kontinental.	Birken-Kiefernwälder mit dominierender Birke, spärlich Picea und Alnus + Dryasflora.	**Subglaziale Zeit:** weniger kontinentales Klima.	**Präboreale Periode:** Periode des ersten Auftretens wärmeliebender Gehölze. Corylus, Alnus, Eichenmischwald, auch Picea.
	Birken-Kiefern-Fichtenwälder + Alnus (Tilia?), + Dryasflora.	Kontinentales Klima.	
arktisch.	Birkenwälder-Kiefernwälder. Birke dominierend, spärlich Alnus, + Dryasflora.	Glaziale Zeit.	**Subarktische Periode:** Kiefern- und Birkenwälder anfänglich Birkendominanz. Beginn der Bewaldung Mitteleuropas. Waldlose Tundra. Vereisung.

auf ein Fehlen der Moore sich gründete. Auch das frühe Erlöschen der glazialen Steppengebiete spricht gegen eine solche klimatische Trockenheit.

2. Pollenanalytische Untersuchungen beweisen, daß die Wiederbewaldung Mitteleuropas schon lange vor dem ersten Auftreten wärmeliebender Gehölze erfolgte. Ein subarktischer Wald mit einer anfänglichen Birkendominanz und der etwas später zur Herrschaft gelangenden Kiefer bedeckte schon zu einer Zeit die größten Teile Mitteleuropas, als man sie noch von einer arktischen Tundra, der typischen Dryasflora, beherrscht glaubte. In den meisten Gebieten erfolgte die Wiederbewaldung wohl schon in einem Zeitabschnitt, der durch die älteren Stadialmoränen, das „Bühl"-stadium Pencks bezeichnet wird.

In der Zeit der jüngeren Randbildungen (Gschnitz, Skandinavische Endmoränen) oder besser kurz vorher, finden sich dann die ersten wärmeliebenden Gehölze (Corylus, Alnus, Eichenmischwald, auch Picea), die die Einförmigkeit des lange dauernden subarktischen Kiefern- und Birkenwaldes, wenn auch nur als gelegentliche Einsprenglinge, unterbrachen — ein Ereignis, das nach Hyyppä gleichzeitig aber auch die Wälder der karelischen Landenge betraf. Ferner deuten auch aus Deutschland verschiedene Beobachtungen darauf hin, daß dieses erste Auftreten der wärmeliebenden Bäume von ihrem endgültigen Anstieg in der Ancyluszeit (oder in Mitteleuropa schon etwas früher?) durch eine Periode ihres vorübergehenden Zurücktretens oder Verschwindens getrennt werde. Beobachtungen sowohl am Vogelsberg, im Schwarzwald und im Alpenvorland als in Westsachsen, Nordwestdeutschland und Ostpreußen sprechen dafür. Nach Gams, Schmitz, Feurstein, Grahmann und Gross fällt diese Schwankung aber gerade mit dem Gschnitzstadium der Alpen und mit der Yoldiazeit im Baltischen Becken zusammen, ein Ergebnis, das in der Vegetationsentwicklung auf der Karelischen Landenge seine genaue Entsprechung findet. Dort führt Hyyppä diese Vorgänge auf ein Vordringen atlantischer Klimabedingungen zurück, die verstärkte Niederschläge verursachten und u. a. auch die kontinentaleren Bäume Alnus incana und Picea obovata zurückdrängten. Ebenso schreibt Firbas, daß diese auffälligen Erscheinungen „unmöglich als Ausdruck einer Temperaturdepression auf den Stand der Birkenstufe aufgefaßt werden" könnten, „eher schon als Wirkung vermehrter Niederschläge und geförderter Versumpfungsprozesse. In Ostpreußen denkt Gross an die Wirkung des Yoldiameeres, und Schwankungen der Ozeanität könnten auch in anderen Gebieten eine Rolle spielen ...."

Betrachten wir neben diesen Ergebnissen aus der Vegetationsentwicklung den Kurvenverlauf der Sonnenstrahlung, wie er von

Milankovitch (Köppen-Wegener 1924) berechnet wurde, so sehen wir ein Strahlungsmaximum vor ca. 11 000 Jahren, sodaß z. B. der 60. Breitengrad eine Strahlungsmenge empfing, die heute etwa nur dem 55½-ten Breitengrad zukommt. Reihen wir dieses Maximum in unsere Chronologie ein, so fällt es gerade etwa mit dem ersten Auftreten wärmeliebender Pflanzen zusammen, wie es von Hyyppä in Karelien und von Firbas in Deutschland festgestellt wurde. Auch Spitaler (1932) verzeichnet in seinen Berechnungen vor 11 180 Jahren ein Temperaturmaximum, wo das Klima durch sehr warme Sommer und kalte Winter charakterisiert gewesen sein soll: Im Sommer habe viel Eis abschmelzen können, zugleich sei das Meer stark erwärmt worden, was zu einer größeren Wasserdampfabgabe führte. Das habe wiederum die Niederschläge begünstigt, die auch im Winter noch ziemlich groß gewesen seien, besonders im Umkreis des wärmeren Meeres — eine Theorie, die also sowohl die starke Erwärmung mit Annäherung an das letzte Haltstadium als auch die verstärkten Niederschläge und die atlantischen Einflüsse in der Folgezeit zu erklären vermag.

Fassen wir diese paläobotanischen und astronomischen Ergebnisse zusammen, so stellen wir fest, daß für einen Temperaturrückgang zur Zeit der Aufschüttung der finnischen Endmoränen jeder Beleg fehlt. Warme Sommer begünstigten im Gegenteil ein starkes Abschmelzen des Eisrandes auch während des Haltstadiums. Nur so vermögen wir auch die mächtigen Schuttablagerungen und die bedeutende Schmelzwassertätigkeit zu verstehen, ferner die Tatsache, daß die Warwenmächtigkeit während dieser Zeit nicht abgenommen hat „sondern z. B. zur Zeit von B III gerade größer geworden ist" (Sauramo 1934, S. 56). Dagegen haben die Niederschläge zugenommen (wie Antevs schon 1922 vermutet hat). Sie bewirkten ein Anwachsen des Inlandeises und seine größere Aktivität, sodaß es mit einer stärkeren Tendenz vorzustoßen eine Zeitlang um eine Haltlage oszillierte und zugleich mehr Schutt als in den Rückzugszeiten herbeifrachtete. Verschiedene Ursachen wirkten wohl gemeinsam auf eine solche feuchtere Klimaperiode hin: Einmal erzeugte — wie Gross betont hat — die am zurückweichenden Eisrand immer größere Areale einnehmende Wasserfläche des Baltischen Eissees und des Yoldiameeres ein ozeanischeres Klima. Zweitens bewirkten nach Spitaler die heißen Sommer in dieser Zeit der Sonnennähe auch eine verstärkte Wasserdampfentwicklung, stärkere Gegensätze von Land und Meer, die die Luftströmungen begünstigten und auch das Land und den Gletscher mit häufigeren Niederschlägen überschütteten. Drittens aber waren es Schwankungen in der Luftdruckverteilung, die auch den Wechsel von Stillstands- und Rückzugsstadien zu begründen vermögen. Hyyppä denkt sich das folgendermaßen (1933): „Das Minimum des Nord-

atlantischen Ozeans, das während der Glazialzeit weiter südlich aufgetreten war, rückte Schritt für Schritt wieder an seine frühere Stelle in der Gegend Islands zurück. Gleichzeitig entwickelten sich die niederschlagsreichen Westwinde zu den Hauptwinden Fennoskandiens, und die antizyklonen, von den Gletschern herüberwehenden Winde verloren mit dem fortschreitenden Abschmelzen immer mehr ihre Bedeutung." Das kalte Inlandeis verdichtete aber den Wasserdampf der Westwinde und der Gletscher, wuchs vorübergehend an. „Als Endergebnis dieser Entwicklung ist beim Zurückweichen des Gletschers ein Stillstand, ja sogar ein Vordringen eingetreten." „Weiterhin ist denkbar, daß mit dieser zeitweilig retardierenden Entwicklung auch die Neigung der Luftdruckzentren verbunden war, abermals in die Stellungen, die sie zur Zeit der Maximalausdehnung innehatten, zurückzukehren, wovon die Abnahme der Westwinde, welche die Eisscheide Fennoskandiens speisten, und das Erstarken des trockenen Antizyklons die Folge waren. Das zeitweilige Wachsen des Gletschers kam zum Stillstand, und die bereits früher gestiegene Allgemeintemperatur zwang den Gletscher abermals zum Rückzug, was wiederum auf die Verlegung des atlantischen Zyklons auf die Höhe Norwegens und auf die Wiederholung des oben geschilderten Entwicklungslaufes geführt hat."

Eine solche Annahme vermag auch die mehrfache Periodizität der Stagnationen zu erklären. Darnach erfolgte der Einbruch der feuchten Westwinde vornehmlich in doppelter Phase und schüttete den äußeren und inneren Salpausselkä in Finnland auf. In Schweden und Norwegen, die näher am Ozean gelegen sind, konnte der Eisrand auch auf kleinere Klimaperiodizitäten ansprechen, sodaß mehrere Halte stattfanden. Doch sind auch dort die zwei Hauptvorstoßphasen des Gletschers nicht ganz verwischt. In Karelien dagegen, das am weitesten von der Meeresküste entfernt, auch die geringsten Niederschlägen empfing und unter einem kontinentaleren Einfluß stand, sind die Haltstadien nur ganz schwach angedeutet, da der Eisrand sich im Osten wohl ziemlich kontinuierlich zurückzog.

Für die folgende Yoldiazeit, wo auch auf der karelischen Landenge die wärmeliebenden Bäume vorübergehend verschwanden, mag nun für längere Zeit die Niederschlagsmenge geringer und das Klima etwas kühler geworden sein. Eine Abnahme der allgemeinen Strahlungsmenge, etwas kühlere Sommer und vielleicht auch das Sinken des Wasserniveaus im Baltischen Becken von dem hohen Stand von B III auf das Yoldianiveau mögen solche bedingenden Ursachen gewesen sein. Auch hatte wohl das vorausgehende Haltstadium die Eisdicke ganz allgemein so verringert,

daß der Eisrand nun stetig zurückwich, zumal weil der Untergrund für einen Stillstand keine Stütze mehr zu bieten vermochte.

An der Wende zwischen Yoldia- und Ancyluszeit verschoben sich (nach Hyyppä) die Luftdruckzentren endgültig in ihre gegenwärtige Lage, da das stark zusammengeschmolzene Eis keine selbständige klimatische Wirkung entfalten konnte: Die kontinentaleren Bäume, Fichte und Erle, verschwanden und die Ankunft der Wärmezeit, die im Litorinastadium ihren Höhepunkt erreichte, verhalf den wärmeliebenden Gewächsen zu ihrer größten Verbreitung.

Auf einen letzten Gesichtspunkt, der möglicherweise für die Entstehung des Salpausselkä eine Rolle spielt, hat Auer (1933) hingewiesen: Die Aufschüttungen liegen nämlich gerade etwa in der westsüdwestlichen Fortsetzung der jämtländischen Senke des norwegischen Gebirges. Durch diese niedrige Zone konnten die regenbringenden West- und Südwestwinde weit nach Mittelschweden und Südfinnland hin vordringen und waren weniger ihrer Feuchtigkeit beraubt als die Winde, die über die höheren Gebirgsteile in Süd- und Nordnorwegen ihren Weg nehmen mußten. Die Folge davon war, daß die Gebiete um den Salpausselkä stärkere Niederschläge empfingen, daß die Eismächtigkeit wuchs und daß der Eisrand in dieser Region länger festgehalten wurde als südlich und nördlich davon.

Der Bau des Salpausselkä.

Der innere Bau des Salpausselkä ist noch wenig bekannt, weil nur sehr wenige Aufschlüsse einen Einblick gewähren. Aus dem Oberflächenmaterial kann aber kaum auf die Beschaffenheit der Innenzonen geschlossen werden, weil die Randmoränen während und nach ihrer Ablagerung durch die Meeresbrandung und subaerile Kräfte oberflächlich verändert wurden. Umso mehr ist über Bau und Entstehung des Salpausselkä geschrieben worden und umso mehr divergieren die Ansichten: Der Kampf um Leiviskäs Ostheorie und De Geers Deltatheorie, die später noch von Ramsay, Sauramo und Tanner modifiziert wurde, erfüllte die letzten Jahrzehnte. Trotzdem sei es hier versucht, die bisherigen Ergebnisse an Hand der bekannten Eisenbahn- und Wegdurchschnitte kurz zusammenzufassen. Auf Tafel II sind alle bis jetzt gezeichneten Profile in etwa gleichem Maßstab und ohne Überhöhung wiedergegeben. Freilich darf auch deren Bedeutung nicht überschätzt werden, da sie naturgemäß die für die Durchquerung bequemsten Stellen aufsuchen.

Der alte Durchschnitt von Kouvola (Frosterus 1890) ist sehr seicht. Auch die von Metzger und Leiviskä beschriebenen Profile von Lohja (1927) haben eine geringe Tiefe und umfassen sehr wenig proximale Teile. Außerdem ist Metzgers Profil ungenau und viel zu stark schematisiert und Leiviskäs Profil läßt nur wenig die Schichtung und die Korngröße und Sortierung des Baumaterials erkennen. So sind wir für die Darstellung des inneren Baus fast allein auf die zwei tiefsten Profile angewiesen, die beim Bau der Lahti—Heinola-Bahn 1929/30 entstanden und die auch am eingehendsten beschrieben sind (Th. Brenner und V. Tanner 1930, Tanner 1934; Sauramo Terra 1930, 1931; Tanner 1932; Leiviskä Terra 1930, 1931). Auf diese letzteren gründet sich auch die hier vertretene Auffassung vom inneren Bau das Salpausselkä, zumal sie durch rezente Beobachtungen über die Tätigkeit des Eises, der Schmelzwässer und des Meeres gestützt wird (Gripp, Philipp, Woldstedt).

Am Ende aller rezenten Gletscher sowohl als an den Randlinien diluvialer Eisdecken in Schweden und an den norddeutschen und alpinen Randmoränen finden wir ganz allgemein zweierlei Ab-

lagerungen: Vom Eise an Ort und Stelle transportierte und durch Oszillationen zusammengeschobene Moräne und durch Schmelzwasser distalwärts abgelagertes fluvioglaziales Material. Als dritter Faktor gesellt sich am Rande des skandinavischen Inlandeises aber eine allmählich seichter werdende Wasserfläche hinzu, die ihrerseits besonders im Brandungsbereich das so abgelagerte Material oberflächlich umschichtete, ausspülte und sortierte. Dem Zusammenwirken dieser drei Faktoren verdankt der Salpausselkä seine Entstehung und im selben Sinne schreibt Penck, daß drei Momente die Ablagerung eines „Salpausselkä" charakterisieren: „1. ein Gletscherhalt, 2. gleichzeitiges Herbeifrachten von Gesteinsmaterial vom Eise her durch fließendes Wasser und 3. das Vorhandensein von einem stehenden Gewässer, in dem der Gletscher endet und in dem das herbeigerollte Material abgelagert wird."

Drei Baubestandteile sind es also, Moräne, fluvioglaziales Material und oberflächlich von den Küstenkräften umgeformte Lagen, die in mannigfacher Kombination und wechselnder Mächtigkeit die großen Variationen im inneren Bau bedingen, die den Salpausselkä charakterisieren.

Am allgemeinsten und stellenweise am mächtigsten (Sauramo 1931) ist natürlich das Moränenmaterial. Von den schuttreichen, tiefsten Eisschichten am Grunde und an der Distalfront des erlahmenden Inlandeises zurückgelassen, besteht es aus einer unsortierten Mischung aller Korngrößen, von großen, eisgeschrammten Blöcken bis zu dem feinsten Tonmaterial, das vornehmlich bei der Schleifung und Zermahlung gröberer Gesteinstrümmer auf den Gleitflächen im Eis entstand. Gerade das Vorhandensein solchen feinkörnigen „Lehms" neben gröberen, wenig gerundeten Partikeln ist charakteristisch für die Moräne zum Unterschied von fluvioglazialem Material und Strandablagerungen, wo die feinsten Teile von fließendem oder bewegtem Wasser herausgelöst und erst weitab vom Gletscher in ruhigem Wasser wieder abgesetzt sind. Eine Schlemmanalyse, die Sauramo mit dem Material des Moränenteils aus dem Profil bei Vierumäki ausgeführt hat, zeigt dann auch, daß dieses sich nicht von der sonstigen Moräne in Finnland unterscheidet (Sauramo 1929 und 1931).
Die Natur einer Moränenablagerung ist meist auch ohne Analyse leicht zu erkennen an der charakteristischen „Blockpackung" und dem Fehlen jeder Schichtung, wodurch sich im Bau des Salpausselkä die Moräne scharf von den gut geschichteten und sortierten Wasserabsätzen trennen läßt (s. Sauramo 1931, Brenner u. Tanner 1930, Tanner 1933 Abb.).

Ist so die im Salpausselkä gefundene Moräne in ihrer stofflichen Zusammensetzung mit der gewöhnlichen Grundmoräne Finnlands identisch, so unterscheidet sie sich doch in ihrer Struktur und durch

die Art ihrer Entstehung von ihr. Nach vielen Beobachtungen (Gripp, Woldstedt, Philipp etc.) kommt nämlich nur sehr wenig das Ausschmelzen der Moräne am Ende des stillstehenden Gletschers für die Aufschüttung der Endmoränenwälle in Betracht. Vielmehr bestehen sie zum größten Teil aus dem Material, das das Eis beim Rückzug deckenförmig absetzte und das es, erneut vorstoßend, zum großen Teil wohl in gefrorenem Zustand zusammenschob. An diesem so entstehenden Wall aber staute sich das Eis auch bei späteren oszillatorischen Vorstößen, indem es mit seinen untersten, schuttreichen Scherflächen an dem Hindernis emporstieg (Gripp 1929) und neues, zusammengeschobenes Material auf dem Stauwall ablud. Zugleich hemmte der wachsende Rükken immer mehr die Eigenbewegung des Eises selbst, sodaß es an ihm, besonders in der späteren Zeit, lange verweilen konnte. Das war aber wiederum für die ungestörte Entwicklung und Ablagerungstätigkeit der Schmelzwässer von großer Bedeutung, die die Lücken zwischen den einzelnen Moränenpaketen mit fluvioglazialem Material ausfüllten und die distalen Partien des Salpausselkä aufbauten. Die ständig neue Moränenablagerung an der Proximalseite und die Ausbreitung geschichteter und gespülter Bildungen auf der vom Eise nicht mehr erreichten Distalseite erklärt auch den asymmetrischen Bau des Salpausselkä, den Leiviskä immer betont, ohne ihn eigentlich stichhaltig zu begründen. Eine letzte Beobachtung spricht für den Stauwallcharakter der Randmoränen: Es finden sich allgemein (s. Profil von Lahti, Vierumäki und Kouvola) linsenartige Einschaltungen wohlgeschichteten fluvioglazialen Sandes oder Schotters in dieser schichtungslosen Moräne, Lager also von Schmelzwasserabsätzen, die beim Rückzug des Eises ausgebreitet wurden und nun bei der erneuten Zusammenschiebung in den Bau der Randmoräne eingingen und die stellenweise sicher einen ganz bedeutenden Bestandteil der Staumoräne bilden. Selbst Trümmer geschichteten Tons konnten auf diese Weise in den Bau der Moräne eingehen (Berghell 1898, Lappeenranta).

Noch wechselnder als die Zusammensetzung der Moräne ist die des f l u v i o g l a z i a l e n M a t e r i a l s, das besonders gegen das sekundär vom Wasser umgelagerte Oberflächenmaterial kaum abzugrenzen ist. Seine Korngröße wechselt von grobem Schotter bis zu feinstem Sand, der unmittelbar in die Bändertone der tieferen, distalen Gebiete übergehen kann. Immer aber ist eine mehr oder minder deutliche Sortierung und eine allgemeine Abnahme der Korngrößen in distaler Richtung für die Schmelzwasserablagerungen am Gletscherrand charakteristisch. Schlemmanalysen, die Tanner (1934) mit verschiedenen Distalschichten im Profil von Vierumäki ausgeführt hat, zeigen sehr schön die Sortierung und das Fehlen der feinsten Korngrößen in den gröberen Schichten, wo-

durch sich die gespülten Teile auch in ihrer Zusammensetzung leicht von unveränderter Moräne unterscheiden lassen.

Für die Deutung dieser geschichteten Bildungen, die sowohl die distalen Partien und die Plateaus des Salpausselkä als auch die Längsoser aufbauen, hat De Geer eine so einleuchtende und allgemein anerkannte Theorie entwickelt, daß ihr nur noch wenig hinzuzufügen ist. Darnach handelt es sich bei dem größten Teil des geschichteten Materials um deltaartige, am Rande des Eises in stehendes Wasser abgesetzte Ablagerungen der Schmelzwässer, die auf ihrem subglazialen und inglazialen Verlauf den dort angereicherten Gletscherschutt sammelten und an ihrer Mündung infolge der plötzlichen Druckverminderung absetzten. Ausgeprägte Deltas, die oft schon durch ihre äußere Form ihre fluvioglaziale Entstehung am Rande der Wasserbedeckung verraten, sind jedoch lokal beschränkt, eben auf die Mündungsstellen größerer Schmelzwasserflüsse. Aber nicht nur die großen Ströme, auch die kleinen Bäche, die überall aus dem Eise hervorkamen, lagerten ihr Material in schwächeren, morphologisch kaum ausgeprägten Schichten ab. Und wenn schon im Rückzugsgebiet des Gletschers die Verbreitung des geschichteten „Osmaterials" viel größer ist, als es die geologischen Karten angeben (Leiviskä 1920, S. 345; Hellaakoski 1934) und nicht nur an größere Oszüge sich knüpft, sondern überall auch auf der Bodenmoräne in schwächeren Lagern sich findet, so wird es umso weniger verwundern, wenn am Salpausselkä diese geschichteten Bildungen fast nirgends der Distalseite fehlen. Denn während eines langen Haltstadiums, wo der Gletscher mehrfach um eine Mittellage oszillierte, hatten naturgemäß auch die kleinen Schmelzwässer Zeit größere Materialmengen herbeizuführen. Außerdem müssen wir annehmen, daß gerade diese kleinen Bäche ihr Bett in und unter dem Eise dauernd verlegten und an sehr verschiedenen Stellen im Laufe des Haltstadiums den Gletscherrand erreichten. Zugleich wurde durch den Randwall die Vereinigung schwächerer Wasserläufe zu größeren, kräftigeren Flüssen begünstigt, die nun ein größeres Delta aufschütten konnten. Aus diesen Verhältnissen erklärt es sich, daß am Salpausselkä die breiten Plateaus wesentlich häufiger sind als die Längsoser auf beiden Seiten. Überhaupt wirkten die größere Aktivität des Eises während des Haltstadiums, die verstärkte Spaltenbildung und das klimatisch bedingte, beträchtliche sommerliche Abschmelzen zusammen, die Menge des abgesetzten fluvioglazialen Materials während der Stagnationsphasen außerordentlich zu vermehren, sodaß stellenweise der Eindruck erwachsen kann, der Salpausselkä bestünde nur aus diesem geschichteten Schmelzwasserschutt (Ramsay 1913). Da wir überhaupt keinen Schnitt durch ein typisches Deltaplateau am Salpausselkä besitzen, also auch auf dessen inne-

ren Bau nur aus der äußeren Form schließen können, so fehlen uns gerade Beweise für die fluvioglaziale Entstehung der Distalschichten aus den Teilen, wo wir die schönste Strom- und Deltaschichtung erwarten dürften. — In den Profilen auf Tafel II ist auch die Höhe des Wasserstandes zur Zeit ihrer Entstehung angegeben. Überall aber bleibt die Höhe der durchschnittenen Salpausselkäteile weit unter diesem Niveau. Daher können wir nirgends ausgereifte Deltabildungen erwarten. Jedoch spricht sowohl die schöne Stromschichtung, die wir in Metzgers Profil und in den Schnitten von Lahti und Vierumäki beobachten können, als auch der durch die verschiedene Kraft der Schmelzwässer bedingte Wechsel von Sand-, Kies- und Schotterschichten (Sauramo 1931) für die fluvioglaziale Entstehung der geschichteten Bildungen auch in den niedrigeren Partien. So konnte Sauramo bei Vierumäki wenigstens die untern beiden Schichtsysteme eines echten Deltas unterscheiden: Die Bodenschichten zuunterst und „die stets nach der Stirn des Deltas hin schräggestellten Mittelschichten", während die an der Wasseroberfläche ausgebreiteten Deckschichten in diesen subaquatischen Teilen fehlen müssen. (Der schematische Bau eines idealen fluvioglazialen Deltas ist von Sauramo in der quartärgeologischen Übersicht von Finnland 1929, S. 27 dargestellt worden).

Das Profil von Lahti läßt sehr schön erkennen, wie periodisch nach Ablagerung eines neuen Moränenpakets die Aufschüttung auch einer frischen fluvioglazialen Schichtserie erfolgte, eine Periodizität, die sich sowohl in dem Wechsel von Moräne und geschichtetem Material als in den Diskordanzen zwischen den einzelnen fluvioglazialen Schichtpaketen äußert. Bei Vierumäki dagegen erfolgte nach Sauramo die Ablagerung der Distalschichten erst nach der Zusammenschiebung des Moränenstauwalls: Die Schmelzwassersedimente liegen über den Moränenschichten und entstanden also wohl bei einem letzten längeren Halt des Eises vor seinem endgültigen Rückzug, indem erst in diesem Stadium hier materialfördernde Schmelzwässer mündeten.

Während nun die Grenze zwischen Moräne und geschichtetem Material meist scharf ist (Leiviskä 1928) und beide Ablagerungen leicht voneinander zu unterscheiden sind, fällt es oft schwer, die fluvioglazialen Sedimente von den Strandbildungen stehenden Wassers zu unterscheiden. Wenn auch das Fehlen einer ausgeprägten Schichtung und die Gleichförmigkeit der Korngröße an verschiedenen Orten (Sauramo 1931) im allgemeinen für letztere charakteristisch ist, so handelt es sich doch in beiden Fällen um gerundete Bildungen, aus denen die feinsten Bestandteile weggeführt sind. Ihrer Herkunft nach können diese Sedimente sowohl fluvioglaziales Material sein als auch ausgespülte Moräne im

Sinne Leiviskäs, die unmittelbar aus dem Eise selbst oder aus dem Stauwall der zusammengeschobenen Grundmoräne gelöst wurde, und da natürlich allein die Brandung solche aktive, umlagernde Kräfte entfaltete, sind diese Ablagerungen an den Strand seichten Wassers gebunden. Zur Zeit der Bildung des Salpausselkä wurden also nur die höheren Gebiete, die bis zur Wasseroberfläche heranreichten, von dieser Ausspülung betroffen. Nur da, wo der Wogenschlag auch die tiefen, schuttreichen Eisrandschichten erodierte, konnte überhaupt eine nennenswerte aktive Herauslösung von Gletscherschutt stattfinden. In der Mehrzahl der Fälle fand dagegen die Bloßspülung und Umschichtung des Oberflächenmaterials erst später statt, als auch die subaquatischen Gebiete beim Sinken des Wasserspiegels für längere oder kürzere Zeit in den Bereich der Brandung zu liegen kamen, sodaß nun ebenfalls ihre Oberfläche verändert werden konnte: Feinere Bestandteile wurden weggeführt, gröbere hin- und hergerollt und größere Blöcke durch den Druck der winterlichen Eisdecke an der Küste zu typischen Strandwällen zusammengeschoben, die so die Meereshöhe zur Zeit ihrer Bildung markieren. Im Großen wurden die Formen, besonders wenn es sich um lose Sand- und Schotterschichten handelte, eingeebnet, die Hohlräume ausgefüllt, von der Brandung transportierte Sandschichten als sekundäre Bildungen über dem ursprünglichen Baumaterial ausgebreitet (Leiviskä 1920, S. 250). Auf diese Weise konnten sekundär selbst plateauartige Formen entstehen.

Auch auf den wiedergegebenen geologischen Querprofilen ist ein solcher mehr oder minder dicker Mantel ungeschichteten, meist grobkörnigen Brandungsschutts zu sehen, der die tieferen, geschichteten Bildungen und die Moränenpackungen verhüllt und zugleich die primären Ablagerungsformen verwischt hat. Durch eine deutliche Diskordanz ist dieser sekundär umgearbeitete Schutt von der Unterlage getrennt und dadurch leicht von ihr zu unterscheiden, ganz abgesehen davon, daß in den Strandsedimenten immer reichlich große, gerundete Steine in das feinere Medium eingebettet liegen oder überhaupt nur regellose Kieslager auftreten (Tafel II, Profil 2, 3).

Neben der Brandung spielen jedoch auch Wasserströmungen eine Rolle für die Umlagerung. Wohl ist an größere, klimatisch bedingte Küstenströme bei dem verhältnismäßig seichten Wasser nicht zu denken, zumal ein starkes Nachlassen des Kalbens in den Stillstandsperioden auch zur Beruhigung der Wasserbewegung beitrug (Sauramo 1924). Dagegen ist sicher, daß die mündenden Schmelzwässer auch im Meere als Strömung sich fortsetzten, die umso wirksamer war, je seichter das Wasser war, in das sie mündeten. Diese Strömungen wurden dort besonders wichtig, wo sie

durch die Bodenkonfiguration gezwungen wurden, entlang der Küste und damit am Rande des Salpausselkä ihren Weg zu nehmen und so auch in der Längsrichtung des Salpausselkä Material zu transportieren.

Die drei Baubestandteile des Salpausselkä, Moräne, fluvioglaziales Material und Strandgeröll, die bei einer geologischen Analyse getrennt betrachtet werden müssen, um die verschiedenen, wirksamen Kräfte zu erkennen, die die Ablagerungen formten, sind nun durch viele Übergänge miteinander verknüpft: Nicht nur, daß die Moräne mehr oder minder stark durch die Brandung umgelagert und ausgespült sein kann, auch die Schmelzwasserabsätze zeigen alle Zwischenformen von best geschichtetem Sand und Kies zu wenig von rinnendem Wasser ausgespülter und transportierter Moräne, wo nur das feinste Material entfernt ist und große, kaum gerundete Gerölle fast ohne erkennbare Schichtung in groben und feinen Sand eingebettet sind. Ferner hat die Eisbewegung und die durch den Druck bedingte Faltung und Verzahnung der einzelnen Schichten die Grenzen verwischt (Tanner 1933) und gleitende Übergänge auch dort geschaffen, wo ursprünglich scharf getrennte Materialpakete vorhanden waren (vgl. Leiviskä 1920, S. 341 f., Terra 42, 1931 und Sauramo 1931).

Soviel dürfen wir jedoch festhalten: Moräne erscheint im allgemeinen in der Tiefe und im proximalen Teil des Salpausselkä gehäuft. Wo ferner schmale, unregelmäßig geformte Rücken auftreten, bestehen sie zum größten Teil wohl aus zusammengestauchtem Gletschermaterial. Dort dagegen, wo weite Plateaus sich distalwärts ausbreiten, oder wo sanfte Formen die unregelmäßige Endmoränentopographie ersetzen, sind die geschichteten und sekundär umgelagerten Bildungen vorherrschend. Eine allgemein charakteristische Eigenschaft ist schließlich auch die Asymmetrie der Proximal- und Distalseiten, die sich besonders in den vom Eisdruck herrührenden Stauchungen, Faltungen und Schichtaufwölbungen im Proximalteil und in einer regelmäßigen, gegen außen zu abfallenden Schichtlagerung des Distalhanges äußert (Tanner 1930); und da sehr häufig ein wasserundurchlässiger, blockreicher Moränenboden die Proximalabfälle aufbaut, unterscheiden sich diese meist auch durch ihr dichtes, feuchtes Fichtenwaldkleid von den sandigen Außenfronten des Salpausselkä mit ihren lockeren Kiefernwäldern.

Eine vierte Baukomponente darf jedoch bei der geologischen Betrachtung nicht übersehen werden, das Eis selbst: Bei der Zusammenstauchung des Moränenwalls, beim oszillierenden Vor- und Rückschreiten des Eisrandes und der dadurch bedingten Brüchigkeit des Eises, lösten sich allenthalben vom Gletscher große und kleine Eistrümmer los oder blieben als Toteis in tieferen Mulden

liegen und wurden von Grundmoräne und fluvioglazialen Sedimenten überschüttet. Dadurch aber konnte sich das geschützte Eis lange Zeit erhalten und schmolz erst später ab, zum großen Teil sicher erst dann, als der Gletscher schon endgültig sich zurückgezogen hatte. So entstanden sekundäre Störungen im inneren Bau, indem die lockeren Deckschichten in die durch das Schmelzen entstandenen Hohlräume durchsackten und trichterförmige Gruben an der Oberfläche zurückließen. Fand noch eine Materialzufuhr statt, so wurden diese Vertiefungen ausgefüllt, andernfalls aber blieben sie als dolinenförmige, steilwandige Löcher bis heute bestehen und bilden ein wichtiges Charakteristikum sowohl der diluvialen als der rezenten Randmoränenlandschaften (Leiviskä 1920, 1929. Gripp 1929).

Aber nicht nur im Moränenteil, auch in den sonst regelmäßig gelagerten distalen Sedimenten finden sich solche durch späteres Schmelzen eingeschlossener Eisberge entstandene Schichstörungen (Leiviskä 1931).

Als letztes aber sind zerfallende Eisberge Materiallieferanten für die Oberflächenbestreuung subaquatischer Gebiete. Besonders als das Eis im tiefer gelegenen Seenplateau sich nach dem Halt schneller zurückzog, spielte das Kalben sicher wieder eine bedeutsame Rolle. Gerade an den höheren Wällen des Salpausselkä strandeten die Eisberge in großer Zahl; sie zerfielen, lösten sich allmählich auf und ließen ihren Schutt auf den Boden fallen. Oft liegen dann diese eckigen Steine als Fremdlinge auf einem sonst fluvioglazial geformten Rücken, oder auf Plateaus, die bei einem tieferen Wasserstand gebildet (z. B. auf dem Zirphaea-Niveau am 1. Salpausselkä) später wieder überflutet wurden. So ist diese Steinbestreuung häufig ein gutes Unterscheidungsmerkmal subaquatischer Ebenheiten von primär supraaquatischen Plateaus (von B II und B III).

Schließlich wurde auch in der supraaquatischen Zeit das Oberflächenmaterial noch umgestaltet: Die Verwitterung drang in den Boden ein und veränderte ihn durch Podsolisierung verschieden stark und verschieden tief. Größere Gesteinsbrocken zerfielen, besonders schnell die leicht verwitternden Rapakiviblöcke. Flugsand konnte in den sandreichen und meist primär subaerilen Gebieten des Ostens, aber auch als Küstendünenbildung nach dem Auftauchen aus dem Meer (z. B. zwischen Hankoniemi und Lappvik, in Bromarf, bei Hollola und östlich von Savitaipale) als charakteristische, sterile Decke mit einer meist sehr dürftigen Flechtenvegetation ältere Bildungen verhüllen (Leiviskä 1920, S. 250). Endlich hat die Brandkultur häufig die Oberfläche verändert, indem die feinen Bestandteile weggeführt wurden und ein steiniger, nackter Boden zurückblieb (Leiviskä 1920, S. 252). Gelegentlich hat

wohl auch der Wind an solchen vegetationslosen Stellen das feinere Material ausgeblasen und an anderen tieferen Stellen wieder abgelagert.

Wie schon aus der gegebenen kurzen Zusammenstellung hervorgeht, ist über den geologischen Bau der Salpausselkäbildungen noch lange nicht das letzte Wort gesprochen: Es fehlen die tiefen Aufschlüsse gerade in den wichtigsten Gebieten und es fehlt auch eine brauchbare, geologische Kartierung. Denn die vorhandenen Karten 1 : 200 000 und 1 : 400 000 sind meist sehr alt und die dort gegebene Unterscheidung von „krosstengrus" = Moräne und „rullstensgrus" = „Osmaterial" gründet sich nur auf das sehr veränderliche Oberflächenmaterial, sodaß man aus dieser schematischen Darstellung keinen Einblick in den inneren Bau des Salpausselkä gewinnen kann.

Die Formen des Salpausselkä.

Es soll hier nicht das morphologische Gepräge der einzelnen Abschnitte des Salpausselkä an Hand einer Wanderung entlang der Randmoränen vom Meere in SW-Finnland bis zu dem Ende im östlichen Karelien geschildert werden. Eine solche eingehende Beschreibung hat Leiviskä schon in seinem großen Salpausselkäwerk (1920) gegeben, das mit seinen zahlreichen Profilen und Karten für jede morphologische Arbeit eine wichtige Quelle darstellt. Dagegen soll versucht werden, die Formen in Beziehung zu setzen zu den bei ihrer Entstehung wirksamen Kräften und die Verschiedenheit der einzelnen Teile des Salpausselkä aus den Modifikationen des Untergrunds, der Wasserspiegelschwankungen und der Landhebung zu erklären. Auch die Morphologie soll also in ihrer genetischen Entwicklung betrachtet werden.

Die verschiedenen Formtypen.

Wenn wir die Salpausselkägürtel verfolgen, so treten uns trotz ihrer ziemlich kontinuierlichen Erstreckung im Einzelnen sehr mannigfache Formen entgegen: Bisweilen ist ein wohlausgeprägter Wall viele Kilometer weit zu verfolgen, bisweilen läßt uns die ausgedehnte, ebene Hochfläche der Plateaus ganz vergessen, daß wir es mit einer höheren Aufschüttung zu tun haben, und an anderen Stellen wieder suchen wir vergebens nach einer Fortsetzung der Randmoränen; nur in regellosen und isolierten Rücken und Hügeln aus Lockermaterial, die durch vermoorte Gründe getrennt sind, ist der Verlauf angedeutet. Wollen wir diese Mannigfaltigkeit ordnend modifizierenden Ursachen zuschreiben, so müssen wir zunächst folgende Fragen beantworten:

1. Ist der betreffende Teil primär subaerisch oder ist er unter der Oberfläche stehenden Wassers abgelagert worden? — In beiden Fällen entstanden sehr verschiedene Formtypen: Im supraaquatischen Gebiet sind die Aufschüttungen viel unregelmäßiger. Die Stauchbildungen der einzelnen Gletscheroszillationen sind meist gut zu unterscheiden, auch wenn sie zu einem einzigen Wall vereinigt höher ansteigen (s. Tafel III, Profil 3). An diese höheren Moränenwälle schließen sich Schmelzwasserabsätze als schwach distal geneigte Sanderflächen an, die vielfach von noch nicht ver-

wischten Erosionsrinnen durchzogen sind. — Unter einer Wasserhülle dagegen wurden auch die Oberflächen der Moränenwälle, besonders wenn sie in den Bereich der Brandung gerieten, stärker eingeebnet. Feineres Material wurde ausgespült, in Senken und Mulden wieder abgelagert und nur die groben Steine und Blöcke blieben an Ort und Stelle zurück. Schmelzwasserabsätze lagerten sich an die Moräne an und, wo sie in großer Masse herbeigefrachtet wurden, hatten sie das Bestreben bis zum Wasserspiegel zu wachsen und deltaartig sich auszubreiten.

2. In welcher Menge beteiligen sich die Schmelzwasserabsätze an dem Bau der Randmoräne an den verschiedenen Stellen? — Die Masse der fluvioglazialen Sedimente bestimmte in erster Linie die Breite der Bildungen: An manchen Stellen reichten die Schmelzwasserabsätze nur aus, die Mulden zwischen den Moränenhügeln auszufüllen oder in sanft abfallender Lagerung den Distalhang allmählich in die Umgebung überzuführen; an anderen Stellen bauten sie dagegen ein kilometerbreites Delta im Anschluß an die Staumoräne. Maßgebend ist für die äußere Form auch der Zeitpunkt, in welchem dieser Schmelzwasserabsatz erfolgte. Wenn nur im Anfang des Haltstadiums fluvioglaziale Sedimente abgelagert wurden, so konnten diese durch späteren Eisdruck gefaltet und verbogen und von noch höheren, unregelmäßigen Moränenwällen überdeckt werden, sodaß sie nur wenig die Morphologie zu bestimmen vermochten. Wurden sie dagegen am Ende des Haltes herbeigeführt, so mochten sie gerade ausreichen die Mulden zwischen den Moränenpaketen auszufüllen, während ständig fließende Schmelzwässer breite, geschichtete Deltas aufbauten und oft auch den Proximalhang mit Sand und Kies überschütteten, sodaß beinahe symmetrische, kuppelförmige Rücken entstanden.

3. Wenn wir ferner bedenken, daß die Zeitspanne, in der der Gletscherrand an der Randmoräne baute, nicht überall gleich war und daß auch die Materialführung im Eise selbst zeitlich und lokal wechselte, so erscheint es nicht verwunderlich, daß eine solche Formmannigfaltigkeit entstehen konnte, die nur schwer in eine schematische Typengliederung sich einfügen läßt.

Leiviskä hat eine Gliederung versucht und folgende Kategorien aufgestellt: Die schmalen Rücken, die breitscheitligen Rücken und die Plateaurücken, die Parallelrücken, die Plateaus, die Gruben und Grubenlandschaften, die Hügellandschaften, die zusammengesetzten Formen.

Da wir es jedoch beim Salpausselkä sehr häufig mit „zusammengesetzten" Formen zu tun haben und Gruben und Grubenlandschaften z. B. fast in jedem Formkomplex auftreten können, so sei hier eine etwas andere Einteilung versucht, die auch die Entstehung und den inneren Bau berücksichtigt.

1. Die einfachen Moränenrücken.

In ihrer typischen Ausbildung repräsentieren sie den durch das vorrückende Eis zusammengeschobenen Stauwall, der so die Grenze bezeichnet, bis zu welcher der oszillierende Gletscher während des Haltstadiums vorrückte. Eine ziemlich steile, durch den Eisdruck geformte Proximalseite, ein schmaler, hügeliger Scheitel und eine etwas sanfter abfallende Distalseite charakterisieren sie (Tafel III, Profil 1). Fluvioglaziales Material beteiligte sich im allgemeinen nur wenig am Aufbau solcher schmaler Rücken, sofern es nicht schon in größerer Menge in der Staumoräne selbst enthalten ist. Meist wirkte es modifizierend nur auf die Hangformen, indem es in geringer Mächtigkeit an den Distalabfall anschließend diesem ein sanfteres Gefälle und einen allmählichen Übergang in die Umgebung verlieh und dadurch die häufig beobachtete Asymmetrie dieser Hügel begründete: Unter anderem konnte dann in dem weichen Material auch das zurückweichende Meer leicht Terrassen einschneiden, während der festgepackte Moränenschutt des steilen Proximalhangs der marinen, und später auch der subaerilen Erosion wesentlich größeren Widerstand entgegensetzte, sodaß hier nur das feine Material ausgespült wurde und die groben Bestandteile in Form einer reichen Blockbestreuung zurückblieben (Leiviskä 1920, S. 263). Gelegentlich kann aber auch der Distalhang der steilere sein (s. Leiviskä Profile 35, 38, 91, 300, 301, 306, 333), dann nämlich, wenn fluvioglaziales Material am Proximalhang abgelagert ist oder wenn das Eis an der Stoßseite sich emporschob, diese glättend und abflachend, und das Moränenmaterial auf dem Gipfel absetzte, ohne daß wesentliche Schmelzwasserablagerungen dazukamen, die die Distalseite hätten einebnen können. — Ein Zwischenglied zwischen diesen beiden asymmetrischen Formen bilden die symmetrischen Rücken, die jedoch ebenso wie die letztgenannten proximal sanfter geneigten Rücken nur gelegentlich sich finden (Leiviskä Profile 13, 37, 83, 89; 286, 298, 388; 4, 14, 36, 90, 94, 95, 103; 290, 303, 325, 364).

Diesen einfachen Rückenformen mit verhältnismäßig glatten Hängen begegnen wir fast nur im supraaquatischen Gebiet. Denn erst unter der Wasserbedeckung, vor allem im Brandungsbereich wurde die unregelmäßige Moränenoberfläche ausgeglichen. Ferner finden sie sich besonders dort, wo das Eis nur kürzere Zeit haltmachte und nur einen kleineren, einfach gebauten Wall zusammenschob, solche Gegenden also, wo die Randmoränenguirlanden in mehrere Parallelrücken aufgelöst erscheinen oder wo zwischen den Bögen einzelne solche Hügel kürzere Halte bei einem mehr kontinuierlichen und kürzer stagnierenden Rückzug markieren. Deshalb haben die Moränenrücken ihre Hauptverbreitung im zer-

stückelten und subaquatischen Westteil des Salpausselkä: Am äußeren Wall im Anfangsteil bei Karja, zwischen Lohja und Nummela, im Gebiet der Parallelrücken und isolierten Hügel zwischen Oitti und Kärkölä; im Mittelteil finden sich schmale Teile nur vereinzelt südlich des Kivijärvi und im größtenteils supraaquatischen Ostteil fehlen sie ganz. Noch stärker ist im zerstückelten Westteil des 2. Salpausselkä der schmale Moränenrücken die herrschende Form: Wir sehen ihn in den Profilen von Flacksjö, von Karjalohja und ganz besonders in den vielen Parallelbildungen um den Lopenjärvi und zwischen Turenki und Lammi. Auch in schmalen Teilen des Mittelbogens tritt er bisweilen auf, so am Vesijärvikanal im Dorfe Urajärvi und auf den Inseln im Saimaasee, und er wird vorherrschend im Gebiet der Parallelrücken zwischen Jaala und Selänpää. In den Bruchstücken des 3. Salpausselkä im südwestlichen Finnland scheint nach der topographischen Karte ebenfalls der schmale Moränenrücken allgemeine Verbreitung zu haben.

2. Die Moränenhügellandschaft supraaquatischer Gebiete.

Die Ausbildung ziemlich regelmäßig geformter Moränenrücken im subaquatischen West- und Mittelteil des Salpausselkä hat zwei Ursachen: Einmal die einebnende Wirkung der Brandung und zweitens begünstigte die an das Inlandeis grenzende Wasserfläche die Bildung einfacher Wälle, indem sie die Beweglichkeit des Eises einschränkte. Im supraaquatischen Gebiet dagegen war der Eisrand sehr dünn, er oszillierte stärker, schob mehr Material zusammen und die Vorwärtsbewegung machte nicht immer an derselben Stelle halt: Es entstanden auf diese Weise unregelmäßige Hügellandschaften und Parallelrücken, an denen die abgelagerten Staupakete oft noch als einzelne, durch Mulden getrennte Hügelaufwölbungen zu erkennen sind. Vor allem fällt auch die ausspülende und einebnende Wogentätigkeit weg, sodaß sich die ursprünglichen Züge noch deutlich erhalten konnten. Leiviskäs Profile 275, 276, 421 etc. (s. auch Tafel III, Prof. 3) zeigen sehr schön die Formen solcher subaeriler Randmoränen, die kaum von rezenten Gletscherrandbildungen zu unterscheiden sind (vgl. Gripp 1929, Fig. 20, S. 191).

Da nur im NO der Salpausselkä auf größere Erstreckung supraaquatisch oder am Rande ganz seichten, inselreichen Wassers entstanden ist, so ist diese Form auch auf Karelien beschränkt: Am äußeren Salpausselkä in den Kirchspielen Uukuniemi und Kitee, am inneren von der Südgrenze des Kirchspiels Kesälahti bis an das Ende des Bogens am Pielisjoki. Auch in anderen Teilen des Salpausselkä können diese unregelmäßigen Hügel gelegentlich auftreten, dort wo in seichtem Meer die Aufschüttungen über die Wasseroberfläche sich erhoben (s. Leiviskäs Profile 317 und 384).

Die übrigen Formen des Salpausselkä in mehrere Typen zu gliedern, will deshalb schwer fallen, weil es sich meist um Bildungen handelt, in denen mehrere Formelemente vereinigt sind und weil gleitende Übergänge zwischen allen einer Klassifizierung sich widersetzen. Deshalb sei zunächst das andere Extrem dargestellt, die großen Plateaus, in denen der Salpausselkä seine breiteste Entwicklung gefunden hat. Zwischen ihnen und den schmalen Moränenrücken finden sich dann alle Zwischenformen.

3. Die Plateaus.

In ihrer typischen Ausbildung sind sie außerordentlich charakteristisch für die Salpausselkäbildungen und auch oft beschrieben worden. Sie zeigen am deutlichsten das Zusammenwirken von Eisrand, Meer und Untergrund und ihre Höhe und Form ist für die Lösung morphologischer und chronologischer Fragen von großer Bedeutung. Deshalb seien sie auch am ausführlichsten besprochen: Sie entstanden dort, wo Schmelzwasserflüsse große Mengen fluvioglazialen Materials deltaartig ins Meer absetzten. Diese Schotter und Sande wuchsen bis zum Meeresspiegel empor und breiteten sich dort als ebene Fläche aus, allmählich immer weiter ins Meer hinauswachsend. Oft charakterisiert ein deutlicher Distalwall die Grenze der Meerbespülung. Ferner ist fast immer ein plötzlicher, ziemlich steiler Abfall am Distalrand des Plateaus anzutreffen, der bisweilen den natürlichen Böschungswinkel des von den Schmelzwässern ins Wasser abgelagerten Schuttes darstellt. Meist haben sich später auch wohlentwickelte Terrassen in das weiche Distalmaterial eingeschnitten.

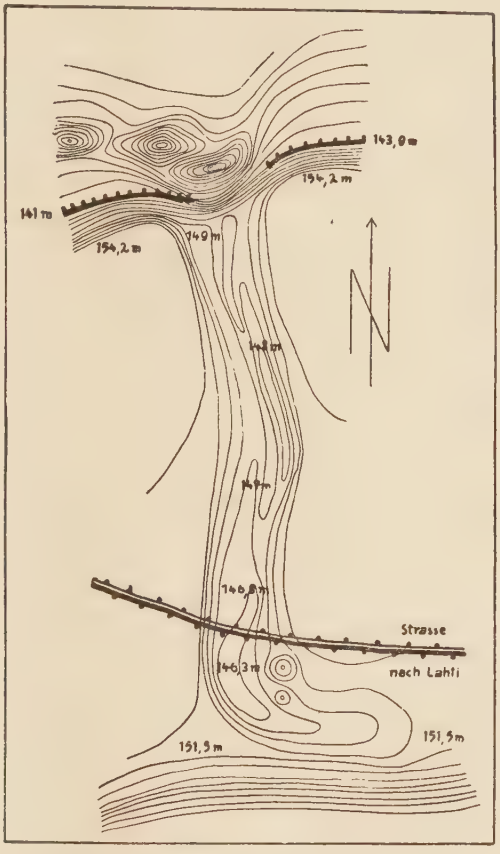
Der Proximalrand dagegen offenbart gewöhnlich deutlich den Moränencharakter und er gleicht darin den schmalen Moränenhügeln. Durch Terrassen kaum gegliedert und mit Blöcken übersät, die von der späteren Meeresausspülung herrühren, fällt er steil ab und ist von feuchtem Fichtenwald überzogen. Zugleich spiegelt sich auch in dem Verlauf des Proximalhangs die Form des Eisrandes wieder, der die Randmoränen aufbaute: Eine trichterartige Einbiegung bezeichnet oft schon im Großen die Mündungsstelle der Schmelzwässer, die das Plateau aufschütteten, z. B. biegt der Proximalrand des höheren Plateaus von Hyvinkää zungenförmig gegen das Eisinnere vor (vgl. Leiviskä 1920, Karte VI), ähnlich die Plateaus von Lappeenranta, Joutseno und das Anttilankangas (s. Karte 2) und die größten Plateaulandschaften zwischen Maavehmainen und Lahti am 1. Salpausselkä und von Kurhila am 2. Salpausselkä sind gerade im innersten Winkel der Randmoränenguirlanden, also in einer riesigen Bucht entstanden. Aber

auch im Kleinen war der Eisrand keineswegs eine gerade Linie, sondern abhängig von der nirgends ganz gleichen Bewegungsintensität des Eises und den verschiedenen Bedingungen des Untergrunds bildeten sich Buchten und Kaps — Buchten, in die die Schmelzwässer mündeten, und Eisvorsprünge, wo nur Moränenwälle zusammengeschoben wurden (s. die Karte des Anttilankangas. Dort ist auch die mutmaßliche Lage des Eisrandes eingezeichnet).

Viel regelmäßiger verläuft dagegen der Distalrand, besonders dort, wo der Untergrund eine ungestörte Ablagerung erlaubte und wo ein einziger Gletscherfluß das Material herbeischaffte: Es konnte sich die schöne bogenförmige Lobenform idealer Deltas voll entfalten, wie sie uns am besten am Anttilankangas entgegentritt. Wo jedoch mehrere Flüsse an einem Plateau bauten oder wo ihre Mündungen sich oft verlegten und Felsen sich als Hindernis in den Weg stellten, entstanden mehr oder minder stark in die Länge gezogene Plateaus mit unregelmäßigem Distalrand und lappenförmigen Ausbuchtungen.

Die Oberfläche der Plateaus ist fast nirgends ganz eben (Ramsay 1931). Vielmehr ist eine schwache, distal gerichtete Neigung für alle Schmelzwasseraufschüttungen charakteristisch. Nach Leiviskä übersteigt sie an echten Plateaus nirgends 30′, am häufigsten ist ein durchschnittlicher Neigungswinkel von ca. 10′, jedoch findet man auch noch wesentlich niedrigere Werte (s. Tabelle 3). Diese flache Abdachung erklärt sich aus der Materialzufuhr durch die Schmelzwässer von der Proximalseite her. Untrüglicher aber weisen noch die Erosionsrinnen auf die fluvioglaziale Entstehung der Plateaus hin, die wir nach Ramsay (1931) fast auf keiner primär supraaquatischen Deltaoberfläche vermissen, obwohl natürlich die akkumulierende Wirkung der mündenden Schmelzwässer die erodierende Tätigkeit um ein Vielfaches übertraf (Ramsay Terra 34) und die dauernden Flußbettverlagerungen der in ihrem Schutt ertrinkenden Wasserläufe der Ausbildung morphologisch wohl entwickelter Rinnen stark entgegenwirkte. Sie können nur einer Zeit entstammen, in der noch das Inlandeis als Wasserlieferant das Plateau proximal begrenzte. Ferner hören die Furchen am Distalrand auf und sind hier oft durch den später vom Meere aufgeschütteten Distalwall verschlossen, besonders dort, wo der Wasserspiegel noch einige Zeit nach Entstehung der Rinnen auf demselben Niveau verblieb. — Sie sind bis zu 10 m tief und sind mit ziemlich steilen Abhängen in die Plateauoberfläche eingeschnitten, können mehrere hundert Meter breit sein und haben einen geröllbedeckten Grund, der sich deutlich von der meist steinfreien Plateauoberfläche abhebt. Oft flußartig gewunden, laufen sie quer über die Hochfläche. Auch Gruben, die durch eingeschlos-

sene Toteisbildungen entstanden sind, sind auf ihrem Grunde und besonders häufig am Proximalrand anzutreffen.



Figur 1: Erosionsrinne bei Okeroinen westlich von Lahti (Formskizze).

So beschrieb Sauramo (noch nicht veröffentlichte Mitteilung) im Plateau von Okeroinen bei Lahti eine sehr schöne Erosionsrinne, von der ich die in Figur 1 wiedergegebene Formskizze zeichnete. 50—100 m breit und 2—8 m tief zieht sie etwa von Jalkaranta aus quer über das Plateau nach Süden. An der Sohle der Furche sind Rollsteine zu sehen, während an der Mündung am Distalrand Sand abgelagert ist. Untrüglich für die fluviatile Entstehung ist vor allem der schwach gewundene Verlauf, der deutlich einen steileren Prallhang an der Außenseite der Mäander und einen flachen Gleithang an der Innenseite aufweist. Südlich der Landstraße ist das sehr schön an einer nach Osten gerichteten Biegung zu erkennen, wo am Gleithang zwei kleine Osgruben zugleich Stellen be-

zeichnen, wo in dem schwächer bewegten Wasser Eisblöcke strandeten und von dem reichlich hier abgelagerten Schutt begraben wurden. Nicht weit südlich von dieser Biegung ist die Erosionsfurche durch den distalen Strandwall des Plateaus abgeschlossen. Sehr typisch sind schließlich die tiefen Gruben am proximalen Ursprung der Rinne, welche die am Proximalhang entlanglaufende Terrasse von B II ausgelöscht haben. Denn gerade hier, wo der Schmelzwasserbach dem Eise entströmte, war naturgemäß der Gletscherrand stark zerspalten, sodaß leicht Blöcke losgelöst und vom Schutt begraben werden konnten. — Eine ähnliche, mehrere hundert Meter breite Rinne ist nach Sauramo in Leiviskäs Karte VIII im Plateau von Vihattu sichtbar, deren Boden etwa 10 m unter der Plateauoberfläche liegt. In ihrem Südteil findet sich eine wilde Grubenlandschaft und auch sie ist distal durch einen schmalen Wall verriegelt. — Eine sehr allgemeine Erscheinung sind querverlaufende Furchen und Geröllstreifen an den distalen Sander- und Plateaubildungen des Ostens, sodaß Leiviskä sie neben den Gruben auch sehr häufig als Charakteristika dieser Heidelandschaften erwähnt (vgl. 1920, S. 103 „quer über den Kamm laufende Einschartungen", S. 185, 186, 187, 188, 194, 195) und seine Abbildung 111 zeigt eine solche unzweifelhafte Erosionsrinne aus der Gegend von Syrjäsalmi südlich des Orivesi: 3—4 m tief mit uferartigen Rändern und flachem steinbedecktem Boden ist diese ca. 100 m breite „Mulde" ungefähr 1 km weit zu verfolgen.

Aber auch die Moräne wirkte formgebend auf die Plateaus: Nicht nur auf den Proximalhang, der schon geschildert ist; sondern unregelmäßige Eisstauwälle wurden oft auch auf der Oberfläche der Plateaus abgelagert, als Randrücken direkt am Proximalabfall, manchmal aber auch weiter distalwärts als sogenannte Zentralrücken. Sie tragen alle charakteristischen Züge der im supraaquatischen Gebiet auftretenden Moränenhügel: Ganz unregelmäßige Umrisse, eine nicht ausgespülte Oberfläche und viele kleine Gruben und Vertiefungen zwischen hügeligen Aufwölbungen. Im Gebiet tieferen Wassers sind die auf die Plateaus aufgesetzten Moränenwälle selten, oder fehlen ganz. Das Eis vermochte hier mit seinem untersten Rand nicht bis zur Oberfläche der Plateaus zu steigen und lagerte seinen Schutt schon am Proximalhang ab. Im seichten Wasser dagegen sind die höheren „Zentralwälle" eine allgemeine Erscheinung, „wo sie die charakteristische hügeligwellige Form haben, als seien sie aus kleinen neben- und übereinanderplazierten Hügelchen aufgebaut" (Leiviskä 1920, S. 291), und wo sie sich aus ebenen Heideflächen oft zu beträchtlicher Höhe erheben. — Im großen Bogen des 2. Salpausselkä ist der Kiikarmäki im Kirchspiel Asikkala ein solcher höherer supraaquatischer Zentralrücken, der mit 173 m abs. Höhe etwa 16 m über die Plateau-

oberfläche herausragt (Leiviskä S. 141, Profil 317). Ein niedrigerer, proximaler Moränenrücken erscheint auf dem Anttilankangas (s. Karte 2 und Leiviskä Profil 369). Der Tapionmäki auf der Insel Kylänniemi (Leiviskä Profil 384, das auf Tafel III in Profil 4 wiedergegeben ist) steigt ebenfalls bis 15 m über den distalen Plateaurand. Im NO-Teil des 1. Salpausselkä treten nach Leiviskä solche Zentralrücken im Kirchspiel Uukuniemi (Prof. 275), östlich vom Kangasjärvi und zwischen dem Kangasjärvi und Kitee auf. Am 2. Salpausselkä im Kirchspiel Kesälahti, zwischen Syrjäsalmi und Puhos (Leiv. Profil 410, 415, 416) und dann fast in allen Teilen bis zum Ende, besonders um Onkamo (s. Karte 3 und Leiviskä Prof. 419, 420 etc.). Gerade hier finden sich alle Übergänge dieser Zentralrücken zu einfachen supraaquatischen Moränenhügeln, die schon besprochen sind. Auch kommt es hier vor, begünstigt durch das nach Osten ansteigende Gelände, daß die höheren Moränenhügel an die Distalseite gerückt sind und daß sich proximal an sie eine plateauartige Heide anschließt, die entweder erst nach der Stauwallbildung aufgeschüttet wurde oder die das Eis erneut überschritt (s. Leiviskä Prof. 406). Auch finden sich gelegentlich mehrere höhere Wälle auf eine ebene Sandfläche aufgesetzt.

Eine letzte Bildung der Plateauoberflächen sei noch besprochen, der wir, wenn auch nicht so häufig, an andern Formtypen des Salpausselkä ebenso begegnen: Die Gruben und Grubenlandschaften. Ihre Ausbildung verdanken sie eingeschlossenem Toteis, das vom Schutt begraben erst abschmolz, als die aufschüttende Tätigkeit des Eises und der Schmelzwässer beendet war. Dadurch, daß das darüberliegende Material nachrutschte und die Hohlformen ausfüllte, entstanden Gruben in der Oberfläche mit meist recht steilen Hängen (s. Leiviskä Prof. 76, 77, 109, 110). Sie können sowohl im Moränenteil als auch im fluvioglazialen Material vorkommen. Da sie sich vom Eise herleiten, erscheinen sie natürlich am Gletscherrand, also auf der Proximalseite der Plateaus gehäuft und ihre Zahl nimmt distalwärts sehr schnell ab. Wo aber grubenartige Senkungen auch auf der Distalseite supraaquatischer Plateaus auftreten und wo sie oft in der Richtung der Schmelzwasserabflüsse in die Länge gezogen sind und häufig sogar mit Erosionsrinnen in direktem Zusammenhang stehen (wie es bei der Grubenlandschaft im Distalteil des Plateaus von Vihattu der Fall ist), dürfen wir neben herbeigefrachteten Eisblöcken sicher auch vom Schutt begrabene Aufeismassen für ihre Entstehung verantwortlich machen. — Ferner ist es verständlich, daß sich wohlerhaltene Gruben nur in supraaquatischen Teilen finden; denn einmal waren die Möglichkeiten, daß Eisblöcke vom Schutt begraben wurden, unter der Wasserdecke geringer und wenn tatsächlich Gruben entstanden waren, so wurden sie doch durch die Wellen-

tätigkeit und die Brandung beim Auftauchen zum Teil ganz zugeschüttet, zum mindesten aber in ihrer ursprünglichen Form stark verwischt.

Entsprechend der Größe und Form des eingeschlossenen Eisblocks und abhängig von der Tiefe und Art des umgebenden Materials wechseln auch die Größenverhältnisse und die Formen der Gruben beträchtlich: Von ganz unbedeutenden, dolinenartigen Vertiefungen finden sich alle Übergänge bis zu 40—50 m tiefen und Hunderte von Metern breiten Gruben. Ist das Material stark durchlässig, in das sie eingesenkt sind, so ist der Boden der Gruben trocken. Staut sich in ihnen dagegen Wasser, was besonders bei einer moränigen Unterlage der Fall sein wird, so überzieht eine Moordecke den Grund oder es bildete sich selbst ein offener Wassertümpel.

Fast immer treten die Gruben linien- oder flächenhaft gehäuft auf und repräsentieren so Schwächezonen im Eisrand, wo Spaltenbildung und Schmelzwassererosion die Loslösung und Zuschüttung einzelner Eisblöcke begünstigte. Diese Grubenkomplexe folgen entweder der Richtung des Salpausselkä oder sie stehen senkrecht dazu, sich in der Richtung der Längsoser anordnend (Leiviskä 1920, S. 287). Dieser verschiedenen räumlichen Orientierung entspricht auch ein verschiedenes örtliches Auftreten: Die Grubenserien, die vorwiegend dem Verlauf des Salpausselkä folgen, finden sich fast ausnahmlos ganz in der Nähe des Proximalabfalls, gerne dort, wo der Eisrand in einer Mulde des Untergrundes weit distalwärts vordringen konnte und dort schuttbegrabenes Toteis abspaltete. Die Grubenlandschaft im NW des Plateaus von Hyvinkää ist ein Beispiel dafür. Ganz besonders aber sehen wir auf den zerrissenen Plateaus zwischen Maavehmainen und Lahti am Ende buchtartig distalwärts vorspringender Senken wilde, tiefe Grubenlandschaften sich häufen (s. Leiviskä Karte VIII). An ähnlichen Stellen liegen die Gruben fast an allen andern Plateaus, bei Lappeenranta, am Immalankangas, am Anttilankangas (im NO), am Plateau von Joutseno und besonders im ganzen Ostteil des Salpausselkä. — Zum andern aber treten Grubenlandschaften fast regelmäßig an der Mündung von Gletscherbächen auf, z. B. am Ursprung der Erosionsrinne von Vihattu (Leiv. Karte VII und VIII) und besonders gerne an der Vereinigungsstelle von Längsosern mit dem Salpausselkä, wo meist auch die größten Eisflüsse mündeten. In diesem Falle ordnen sich die Gruben in der Osrichtung an: Eine besonders ausgeprägte, senkrecht zur Randmoräne verlaufende Grubenreihe ist im Plateau von Hikiä ausgebildet, dort wo das große, von Hausjärvi kommende Os auf den 1. Salpausselkä stößt (Leiv. Karte VII und S. 31, Fig. 1). Öfters dringen in solchen Knotenpunkten die Grubenlandschaften auch weiter distalwärts vor

(z. B. an der Ansatzstelle des Oses von Koski, Leiviskäs Karte VIII) oder es tritt im Grubenverlauf eine innige Verflechtung der Längsrichtung mit der Querrichtung ein, wie es auf dem Plateau von Kurhila der Fall ist (Leiv. Karte XXIII).

Die Höhen der Plateaus:

Die relativen Höhen der Plateaus sind, wie die des ganzen Salpausselkä, ziemlich geringe: 50 m ist ungefähr die Grenze, bis zu der sie sich über die Umgebung, etwa über einen proximalen Seespiegel, erheben: Nach Leiviskä sind die Plateaus um den Vesijärvi die höchsten: Das Plateau von Okeroinen liegt 51—54 m über der distal gelegenen Niederung, das von Jalkaranta 44 m, das von Kurhila 46—43 m und das von Vehmainen 42—36 m. In Ostfinnland dagegen steigen die ebenen Heideflächen kaum noch über ihre Umgebung empor und liegen meist nur einige Meter über angrenzenden Mooren oder Seeflächen (s. Tafel III, Prof. 7). Besonderes Interesse beanspruchen die absoluten Höhen der primären Plateaus. Sie lassen nämlich eine Gesetzmäßigkeit erkennen, die schon Leiviskä festgestellt hat (S. 275, 360 ff.): Die absoluten Höhen nehmen nämlich in den beiden Parallelrücken im Westteil bis zum Knie immer mehr zu, um dann wieder im Verlauf des großen Bogens zu fallen und in Karelien das tiefste Niveau zu erreichen. Heute ist durch viele exakte Einzelmessungen Ramsays und Sauramos, aber auch durch den Vergleich mit tieferen Strandlinien (Sauramo 1934) eindeutig die Abhängigkeit der Plateauhöhen vom Meeresspiegel zur Zeit ihrer Entstehung nachgewiesen (s. o.): Dabei sind zwei Punkte zu berücksichtigen; einmal darf man nicht die mittlere Plateauhöhe als Vergleichswert heranziehen, wie es Leiviskä getan hat, sondern nur den Distalrand ebener Flächen, der oft durch einen deutlichen Wall die Grenze der Meerbespülung markiert (vgl. Ramsay Terra 34 und 1924). Andererseits muß bei einem Vergleich der heutigen Höhen immer in Betracht gezogen werden, daß die seither stattgefundene Landhebung viele Anomalien zeigte, daß sie in einzelnen Schollen erfolgte und daß sekundäre Verbiegungen und Störungen die schematische Regelmäßigkeit verwischten.

Läßt man jedoch diese kleineren Abweichungen außer Betracht, so erkennt man, daß die primär supraaquatischen Plateaus des 1. Salpausselkä auf dem Niveau B II entstanden sind, die des 2. Salpausselkä auf dem 10—11 m niedrigeren Wasserstand von B III und daß die absoluten Höhen in den Zentralgebieten der Landhebung, also bei Lahti und Asikkala am größten sind und daß sie östlich und westlich davon in distaler Richtung abnehmen.

Solange keine plötzlichen Änderungen in der Wassertiefe eintraten, konnten in kontinuierlicher Ablagerung die Deltas auf-

gebaut werden. Anders dagegen, wenn katastrophenartig das Wasserniveau sich änderte, wie es z. B. gegen Ende des 1. Salpausselkästadiums der Fall war. Das mußte an den Plateaus, sofern der Eisrand noch an ihnen baute, zu einer deutlichen Störung führen, indem die Ablagerung der Schmelzwassersedimente auf dem höheren Niveau unterbrochen wurde und nun auf dem niedrigeren Wasserstand sich fortsetzte, sodaß ein neues, deltaartiges Plateau 25 m unter dem alten sich bildete. Auf diese Weise entstanden die sehr charakteristischen Doppelplateaus, die uns an einigen Stellen des 1. Salpausselkä entgegentreten (s. Tafel III, Prof. 5). Meist liegt die niedrigere Ebenheit in ihrer breitesten Entwicklung nicht unmittelbar in distaler Richtung vor der höheren, sondern etwas seitlich verschoben neben ihr, wie es besonders schön am Distalplateau von Utti (Leiv. Karte XIII) und an dem von Hyvinkää (Leiv. Karte VI) zu sehen ist. Denn das ziemlich hohe, supraaquatische, ältere Plateau bildete für die Schmelzwässer ein Hindernis, an dem sie sich stauten und seitlich zu Stellen abflossen, wo der Randmoränenwall niedriger war. Hier lagerten sie dann auch ihren Schutt ab. — An andern Plateaus des äußeren Salpausselkä vermögen wir hinwieder keine Spur einer niedrigeren Schmelzwasserablagerung zu finden, wie z. B. an den großen Ebenheiten westlich von Lahti. Da die Schmelzwässer bei einer Wasserspiegelsenkung unmöglich zu fließen aufgehört haben konnten, so ist das nur so zu erklären, daß sich hier der Eisrand schon vorher von der Randmoräne gelöst haben mußte. — Schließlich finden wir auch isoliert solche auf dem Niveau Z entstandene Plateaus, die nicht mit einem höheren in Verbindung stehen, so besonders im Westteil und zwischen Utti und dem Kivijärvi im großen Bogen. Da wir es dort gerade mit Gebieten tieferen Meeres zu tun haben, reichten die Schmelzwassersedimente beim hohen Wasserstand von B II nicht aus, bis zur Oberfläche zu wachsen. Erst bei dem durch die Katastrophe erniedrigten Wasserstand vermochten sie den Wasserspiegel zu erreichen und deltaartig sich auszubreiten. Vorher schon gebildete höhere Moränenteile oder Schmelzwasserablagerungen können dann als Zentralwälle auf solche Plateaus aufgesetzt erscheinen, zeigen sich aber meist durch das Meer und später durch die Schmelzwässer stark ausgespült und verändert, sodaß sie allmählich in die Deltafläche übergehen. Überhaupt sind diese, in kürzerer Zeit gebildeten Flächen schmaler und stärker geneigt als die Plateaus von B II und auch morphologisch unterscheiden sie sich von den höheren Deltaebenen. Denn sie wurden durch das erneute Steigen des Wasserspiegels auf B II b erneut überflutet und fielen der Tätigkeit der Wellen und der Brandung anheim: Etwa entstandene Erosionsrinnen wurden zugeschüttet, der Distalwall abgetragen, Steine wurden aus dem feineren Material heraus-

gespült und durch strandende Eisberge wurden fremde Blöcke auf ihrer Oberfläche abgesetzt. Diese Steinbestreuung und eine verwaschene, für das Auge sehr ebene Oberfläche (z. B. am Distalplateau von Hyvinkää) sind untrügliche Unterscheidungsmerkmale all dieser niedrigeren Ebenheiten und Distalplateaus von den dauernd supraaquatischen höheren Plateaus. Am 2. Salpausselkä dagegen sind alle Plateaus auf dem höchsten Eisseeniveau B III gebildet, niedrigere kommen nicht vor, da der Eisrand schon allgemein vor der zweiten Senkung des Wasserspiegels auf das Yoldia-niveau sich von der Randbildung gelöst hat.

Regionale Verteilung der Plateaus:

Abhängig von einer nicht allzu großen Wassertiefe und einer starken Materialzufuhr finden wir die Plateaus gerade dort, wo die einfachen Moränenrücken fehlen und wo die Randbildung nicht in mehrere Parallelzüge aufgespalten ist. Daher sind sie selten im Westteil: Am 2. Salpausselkä liegen dort überhaupt keine echten Plateaus und am 1. treten sie uns vorzugsweise nur in dem niedrigeren Niveau von Z entgegen. Umso mächtiger dagegen sind sie im großen Bogen entwickelt: Am 1. Salpausselkä zwischen Maavehmainen und Lahti, bei Nastola, zwischen Kymijoki und Kivijärvi und besonders südlich des ganzen Saimaagebiets; weiter nach NO noch SO des Torsan- und Simpelejärvi. Am 2. Salpausselkä bei Kurhila, zwischen Vesijärvi und Kymijoki, östlich von Selänpää, südlich des Kuolimojärvi und vor allem wiederum im Saimaagebiet. Sehr reich an Plateaus ist dann der ganze Ostteil von der Südgrenze des Kirchspiels Kesälahti bis zum Ende am Pielisjoki: Dort, im Gebiete sehr seichten Wassers, sind fast überall die Schmelzwassersedimente plateauartig ausgebreitet und erheben sich kaum über ihre Umgebung. Meistens schließen sie an höhere Moränenlandschaften an, die schon oben geschildert wurden.

In Tabelle 3 sind die echten Plateaus, d. h. die deltaartig entstandenen Ebenheiten zusammengestellt, wo zugleich ihre Höhe und das Wasserniveau, in dem sie entstanden sind, ferner die Neigung ihres Scheitels angegeben ist. (Die Zahlen stammen meist aus Leiviskäs Profilen, aber auch aus neueren Arbeit Sauramos und Ramsays).

4. Die Plateaurücken und die breitscheiteligen Rücken.

Morphologisch schließen sich an die bisher besprochenen echten Plateaus die Plateaurücken (s. Leiviskä) an. Den steilen Proximalhang, einen sanfter abfallenden und meist regelmäßigen Distalhang und einen mehr oder minder ebenen, fast immer schwach distal geneigten Scheitel haben sie mit ihnen gemeinsam. Auch

Tabelle 3.

Die Höhenverhältnisse der Plateaus des 1. und 2. Salpausselkä (nach Leiviskä 1920).

Plateau	Breite	Höhen über dem Meeresspiegel				Neigung des Scheitels
		höchste Höhe	Höhe des Distalrandes im Niveau von: / in m /			
	m	m	B II	Z	B III	
Äußerer Salpausselkä:						
Pl. v. Rajamäki	650	122	—	120	—	13′ 6″
Pl. v. Hyvinkää	1200—1800 / unteres Pl. /	152	/ 150—151 /	125	—	12′ 35″
Pl. v. Vihattu	2400	156 ?	155	—	—	13′ 2″
Pl. v. Hollola	1550	156	154	—	—	5′ 41″
Pl. v. Vainio	900	159,6	155,5	—	—	18′ 19″
Pl. v. Okeroinen	700	158	151—152	—	—	—
Pl. v. Nastola	650 / oberes Pl. /	147	143—145	/ 119 /	—	—
Pl. v. Utti	1100—1450 / unteres Pl. /		/ 120 /	94—95	—	9′ 4″—23′ 20″
Pl. v. Lappeenranta	1550	109,8	105	—	—	7′ 17″
Pl. 0 v. Lappeenranta	720	109,5	104	—	—	—
Pl. v. Joutseno	3800	107,3	102	—	—	11′ 10″
Pl. v. Korvenkylä	1380	105	101,4	—	—	6′ 43″
Immalankangas		109,1	101	—	—	—
Pl. v. Koitsanlahti	1100	105	101	—	—	25′ 47″
Pl. v. Syväoro	750	100	98,3	—	—	11′ 54″

Tuhkakangas	3500	108	97	—	—	—
Innerer Salpausselkä:						
Pl. v. Kurhila	—	163 / —17 / 3/	—	—	156—157	—
Pl. v. Asikkala	750	161,3	—	—	155—156	7′ 8″
Pl. v. Vesivehmainen	1400	158,5	—	—	151	24′ 41″
Pl. 0 v. Hyrtiälämäki	1300	152	—	—	144,8—145,9	25′ 53″
Pl. 7 km W v. Vierumäki	—	154	—	—	145,6	—
Pl. 5 km W v. „	1500	152	—	—	144,4	11′ 39″
Pl. 4 km W v. „	1200	150,3	—	—	141—143	12′ 44″
Pl. 1,5 km W v. „	—	150	—	—	142	—
Pl. 0 v. Vierumäki	800	142,9	—	—	138,8—135,5	16′ 24″
Anttilankangas	1750—2000	129,5—131,5	—	—	W = 125 O = 123	9′ 17″—14′ 1″
Pl. v. Savitaipale	1500	116,1	—	—	110	9′ 47″
Pl. v. Taipalsaari	1700—4200	115,8—120,7	—	—	107	10′ 19″—13′ 7″
Rastinkangas	700	110,8	—	—	106	14′ 8″
Mannastinkangas	1150	108,1	—	—	105	6′ 16″
Pl. v. Utula	800	108,4	—	—	104	16′ 20″
Pl. v. Syyspohja	1400	108,6	—	—	103	17′ 12″
Rajankangas	1000	ca. 105	—	—	105 ?	—
Pl. v. Kesälahti	1500	105,3	—	—	ca. 105	2′ 22″
Pl. S v. Syrjäsalmi	550	109,8	—	—	ca. 107	—
Pl. N v. Syrjäsalmi	2100—1700	114,6	—	—	ca. 109	5′ 4″—12′ 31″
Pl. v. Puhos	1100	112,2	—	—	109—110	26′ 38″
Pl. um Onkamo			115	—	—	—
Pl. am Jukajärvi	—	134—135	128—130	—	—	—

treten auf der Oberfläche bisweilen Grubenlandschaften und höhere, moränige Proximal- oder Zentralwälle auf. So läßt sich oft nur schwer eine Grenze ziehen zwischen Plateaus und Plateaurücken, weil alle Übergänge vorkommen. Jedoch ist der Scheitel der Plateaurücken gewöhnlich nur wenige hundert Meter breit und seine Neigung ist größer als die der Plateaus und schwankt zwischen ½° und mehreren Graden (die Neigung des Plateaurückens von Nummela beträgt 51′ — 1°12′, von Ojakkala 57′, Uusikylä 2°11′ — 3°54′ — nach Leiviskä). Genetisch ist die Deutung dieser Rücken bedeutend schwieriger als die der echten Plateaus, die wir als deltaartige Schmelzwasserabsätze an der Grenze von Inlandeis und Wasserbedeckung charakterisieren konnten. Es ist klar, daß wir auch unter den Plateaurücken mehrere auf diese Weise entstanden denken können: An solchen Stellen nämlich, wo entweder ein tieferes Meer oder eine geringere Zufuhr fluvioglazialen Materials nur ein schmales „Delta" entstehen ließ oder wo eine stark oszillierende Eisstrommündung die Sedimente in großer Längserstreckung terrassenartig vor der Staumoräne ausbreitete.

Am 1. Salpausselkä hat besonders dort, wo im Niveau Z ein distales Plateau ausgebildet wurde, der höhere Rücken, sofern er bis zum Wasserspiegel gewachsen ist, gerne die Form eines schmalen Plateaurückens, der sich durch seine Steinarmut von der Oberfläche des niedrigeren Plateaus wohl unterscheidet, z. B. O von Hyvinkää (Distalrand ca. 151 m), Nastola (145 m), Utti (120 m), O von Kaipiainen (117 m — Leiv. Prof. 219, 220), bei Somero (112 m — Prof. 227), SW-Rand des Kivijärvi (108—110 m — Prof. 230, 231). Aber auch in andern Gegenden treten im Niveau von B II solche supraaquatischen Plateaurücken auf: Bei Maavehmainen (Leiv. Prof. 100, 102, 104) mit einem 162—164 m hohen Proximalrand und dem Distalrand bei 159—161 m und südlich des Saimaasees bis zum Immalankangas ist mehrfach der Scheitel des Salpausselkä in den schmalen Teilen zwischen den großen Plateaus zu einer ebenen Fläche ausgebreitet, deren Distalrand im selben Niveau wie die großen Plateaus liegt (vgl. Leiv. Prof. 248, 264, 266). — Am 2. Salpausselkä finden sich primär supraaquatische Plateaurücken, die auf dem Niveau B III gebildet sind, wiederum erst im großen Bogen: Zwischen den breiten Plateaus vom Vesijärvi zum Kymijoki als schmalere Ebenheiten (Leiv. Prof. 335, Distalrand bei 144,8 m), östlich vom Anttilankangas (s. Karte 3) mit einem ausgeprägten Proximalwall und dem Distalabfall in derselben Höhe wie am Anttilankangas. Nach einer kurzen, zerstückelten Partie setzt östlich von Tuohikotti erneut ein plateauartiger Rücken ein, dessen Distalrand bei etwa 116 m liegt (Leiv. 370) und der im Siilinkangas S des Kaukheimosenjärvi seine größte Breite erreicht. Plateaurücken treffen wir zwischen

den größeren Plateaus auf der Insel Kyläniemi (Leiv. Prof. 384, 387, 391, Distalrand 103—104 m) und östlich davon bis gegen Syyspohja (Prof. 399, Distalrand 104,4 m). Im Ostteil verdrängen dagegen auch hier die zusammengesetzten Moränen- und Heidelandschaften die einfachen Rücken.

Wie wir am 1. Salpausselkä auch auf dem Niveau Z Plateaus gebildet sahen, so sind gerade in diesem verhältnismäßig kurzen marinen Stadium schmälere Plateaurücken aufgeschüttet worden, die ebenfalls die deutlichen Spuren einer späteren Überflutung tragen. So reicht der Rücken im NW des Bahnhofs von Lohja mit seinem blockbestreuten Gipfel von 117 m schwach über das Niveau von Z hinaus (Leiv. Prof. 30), das sich in einer deutlichen Grenze bei 111—113 m ausgeprägt hat. Der Distalrand ebener, auf Z gebildeter Plateaurücken um den Sääksjärvi ist 120 m hoch (Leiv. Prof. 59), dasselbe Niveau, in dem das Plateau von Rajamäki liegt und in das sich die breite Deltaterrasse von Hyvinkää (s. Tab. 3!) eingliedert. Im großen Bogen trägt vor allem die Strecke zwischen Utti und dem Kivijärvi den Charakter solcher auf Z gebildeter Plateaurücken, die bisweilen auch zu größeren Plateaus sich verbreitern.

Solche Formen bilden aber zugleich auch den Übergang zu einer andern Gruppe von Plateaurücken, die ihren relativ ebenen Scheitel überhaupt nur der Küstenwirkung seichten Wassers verdanken. An ihnen fehlt jedes Anzeichen eines primären Distalrandes und in ihrer Höhe, die lokal stark wechselt, gliedern sie sich keinem synchronen Wasserniveau ein. Auch die zeitliche Entstehung dieser sekundären Einebnung ist verschieden und hängt davon ab, wann der betreffende Teil von den Küstenkräften erfaßt wurde. Dabei widerstand die feste Blockpackung von Moränenlagern naturgemäß viel stärker der Ausspülung und Fortführung als die lockeren fluvioglazialen Sedimente. Diese letzteren sind es deshalb vor allem, die sekundär umgelagert wurden und die, wenn in genügender Mächtigkeit vorhanden, die „sekundären Plateaurücken" bildeten. Sehr oft sind diese kuppelartig gewölbt, so daß ihr höchster Punkt in der Mitte des Rückens gelegen ist, von dem der Scheitel proximal- und distalwärts sich sanft abdacht (s. Tafel III, Prof. 6; vgl. Leiv. Prof. 22, 23, 29, 42, 43, 52, 54, 199 am äußeren, 278, 291, 349 am inneren Salpausselkä). Dieser „Gipfel" ist meist auch durch einen Streifen groben Gerölls charakterisiert, der vom Treibeis und der Brandung an der höchsten Stelle zusammengeschoben wurde (Leiv. Prof. 29, 30, 32, 33, 47, 199, 203). Immerhin ist der proximale Hang gewöhnlich steiler als der distale und wo ein höherer Moränenstauwall an der Proximalseite zusammengeschoben ist, ragt er als höchster, gerölliger Gipfel über die nach außen geneigte Plateauoberfläche (Leiv. Prof. 40, 41, 44, 49, 50, 58, 201, 202). —

Gruben fehlen im Allgemeinen auf der Oberfläche oder treten nur als schwache Eindellungen auf (vgl. Leiv. 1920, S. 282, 284). Natürlich waren ursprünglich Gruben wenigstens im Proximalteil vorhanden, aber sie wurden später mit Küstensedimenten eingedeckt. Dieser Auffüllung aller Hohlformen ist es auch in erster Linie zu danken, daß dem Beschauer die Oberfläche solcher sekundärer Plateaus ebener vorkommt als die der primären, obwohl die allgemeine Neigung ihres Scheitels größer ist. Auch die Waldbedekkung trägt dazu bei, diesen Eindruck zu verstärken: auf dem intensiv ausgewaschenen, gerölligen Boden der vom Meere geschaffenen Ebenen erlaubt ein sehr lichter, unterholzfreier Kiefernwald eine ziemlich weite Sicht (z. B. auf dem niedrigeren Plateau von Hyvinkää, das so außerordentlich eben erscheint), während der dichtere, mit Fichtenbüschen untermischte Kiefernbestand der primären Plateaus das Auge mehr auf die lokalen Unebenheiten heftet, ganz abgesehen von den Gruben und dem hügeligen Proximalteil, die primäre Plateauoberflächen kennzeichnen.

Aus den geschilderten Ursachen geht hervor, daß wir die meisten derart gebildeten Plateaurücken in den Gebieten tieferen Meeres im Westbogen der beiden Salpausselkä zu suchen haben. Schon kurz nach seinem Beginn breitet sich der Scheitel des 1. Salpausselkä zwischen Tammisaari und Svedja zur ebenen Heidefläche aus, südwestlich und nordöstlich des Bahnhofs von Lohja liegen breite Scheitelflächen, von denen die nördliche mit ihrem steinigen Gipfel noch über das Niveau von Z hinausragt. Weiterhin gehören die Hochflächen von Nummela und Ojakkala zu den subaquatischen Plateaurücken, die ebenfalls das Niveau von Z erreichen — alles wohl Stellen bezeichnend, wo eine stärkere Schmelzwasserzufuhr größere Materialmengen absetzte, die jedoch nicht bis zu dem sehr hoch gelegenen Meeresniveau (vgl. Tafel I Prof. 1) emporwachsen konnten und dann erst später im seichten Wasser plateauartig ausgebreitet wurden. So besitzt der Rücken von Nummela mit 83 m über dem Spiegel des Hiidenvesi die größte relative Höhe, die am Salpausselkä überhaupt auftritt und auch der Plateaurücken von Lohja liegt bis 73 m über dem Lohjanjärvi, ja sein höchster Punkt reicht bis 85 m über den Seespiegel. Wir haben es also mit sehr beträchtlichen Ablagerungen zu tun, die eine mindestens ebenso starke Sedimentzufuhr voraussetzen, wie die echten Plateaus im großen Bogen. — Der 2. Salpausselkä bildet vor allem gleich am Anfang bei Bromarf einen breiten Rücken mit ebenem Scheitel und gelegentlich ist auch er in seinem zusammenhängenden Abschnitt bis Sammatti plateauartig verbreitert. — Selten dagegen sind die subaquatischen Plateaurücken im großen Bogen bei beiden Salpausselkä: Ein seichtes Meer konnte auf die meist schmalen, niedrigen Verbindungsstücke der echten Plateaus nur kurz

einwirken und es vermochte nur die Formen abzurunden, selten aber die Sedimente plateauartig auszubreiten.

Einen Übergang zwischen diesen Plateaurücken und den einfachen schmalen Moränenrücken und Hügellandschaften bilden die „breitscheiteligen Rücken" Leiviskäs, die wohl als die verbreitetste Form des Salpausselkä gelten können. Sowohl in ihren äußeren Umrissen als sicher auch in ihrem inneren Bau sind sie durchaus heterogen. Von ausgesprochen asymmetrischen Formen mit steilem Proximal- und sanftem, stufenförmig abfallendem Distalhang finden sich alle Übergänge bis zu ganz kuppelförmig symmetrischen Rücken (Leiv. Prof. 85). Die Oberfläche kann hügelig und uneben oder vom Meer ausgespült und geglättet sein. In erster Linie hängt der Grad der Einebnung dabei vom Material ab, ob wir es nämlich mit kompakter Moräne oder mit lockerem Sand und Schotter zu tun haben. Die Rücken können sowohl subaquatisch als supraaquatisch gebildet sein oder sie können wenigstens mit ihren höchsten Teilen die Wasseroberfläche erreicht haben. Dann ist jedoch meist ein deutlicher Formunterschied der subaquatisch und der subaeril entstandenen Partieen festzustellen, indem die letzteren unausgespült und stark hügelig sind und keine sekundäre Steinbestreuung aufweisen. — Formen dieser Art treten uns in Leiviskäs Profilen fast aus allen Teilen entgegen, besonders aus dem einfacher gebauten Westbogen und in den Partieen zwischen den Plateaus im Mittelteil, während im hochgelegenen Osten wiederum solche einfachen Rücken fast ganz fehlen.

Die Formvariationen im Verlauf des Salpausselkä und ihre Ursachen.

Aus der Beschreibung der Formen geht hervor, daß der Salpausselkä ein recht wechselndes Gepräge hat und daß seine absolute und relative Höhe, vor allem aber auch die Masse der Aufschüttungen und die Kontinuität der Endmoränenwälle großen regionalen Schwankungen unterworfen ist.

Wenn wir jedoch die Salpausselkäbögen in ihrer Längserstrekkung verfolgen, so treten uns deutlich verschiedene Abschnitte entgegen, innerhalb deren eine gewisse morphologische Einheitlichkeit herrscht: In ganz großen Zügen sind es 3 Hauptgebiete, die schon durch ihre verschiedene Richtung sich voneinander trennen lassen: Erstens der Westabschnitt von der Küste bei Hanko (Hangö) bis zum Vesijärvi im südlichen Hämee, wo der Salpausselkä mit drei parallelen Moränenzügen im leichtem Bogen allgemein NO streicht. Zweitens der Mittelteil, der etwa parallel zur südfinnischen Küste verlaufend, nach S ausgebogen, das finnische Seen-

plateau nach S abschließt. In diesem Abschnitt ist der Salpausselkä mit seinen zwei parallelen Wällen am typischsten und kontinuierlichsten entwickelt. Drittens der Ostteil, der etwa am Simpelejärvi beginnt, in flachem Bogen allmählich in die Nordrichtung übergeht und am Pielisjoki O von Joensuu sein Ende findet.

Da die Randmoränen überall senkrecht zu den jüngsten Gletscherschrammen verlaufen und da diese doch die Bewegungsrichtung des Inlandeises wiederspiegeln, so kann das verschiedene Streichen des Salpausselkä nur durch eine wechselnde Abflußrichtung innerhalb der geschlossenen Gletscherdecke bedingt sein. Wie wir schon bei einer allgemeinen Übersicht der Reliefverhältnisse des finnischen Rumpfes feststellten, bewegte sich das Inlandeis nicht nach allen Richtungen gleichmäßig schnell vorwärts, sondern der Abfluß konzentrierte sich auf finnischem Boden auf zwei bevorzugte Tiefenzonen: Auf die große Bottnische Senke, durch die der aktivste Eisstrom vordrang und in der der Gletscher am weitesten nach S vorgebuchtet war, und die seichtere Mulde des Finnischen Seenplateaus, durch die ein schwächerer Eisstrom seinen Weg nahm. Eisloben streckten sich deshalb auch beim Rückzug des erlahmenden Eises in diese Tiefenzonen vor, sodaß bei vorübergehender Stagnation der Eisfront die randlichen Aufschüttungen ebenfalls die gebuchtete Form annehmen mußten. So erscheint uns der Verlauf des Salpausselkä als Ergebnis der verschiedenen Aktivität im Inlandeise, der Lohjan- und Karjalohjanselkä als der Ostflügel des Bottnischen Eisstromes und der große Bogen als die Randaufschüttung des schwächeren und weniger weit nach S reichenden zentralfinnischen Stromes, während der scharfe Knick im Verlauf der Randmoränen gerade die Grenze dieser beiden aktiveren Bewegungszonen im Höhengebiet der Bottnischen Wasserscheide bezeichnet. Diesen Knick finden wir an derselben Stelle auch in den alten Isobasen wieder, die doch die stattgehabte Eisbelastung wiederspiegeln. Auf der andern Seite spielte auch die Konfiguration des Untergrundes quer zur Eisrichtung eine Rolle für den Verlauf des Salpausselkä: Im W überschritt das stark aktive Eis beim Haltstadium die etwa westöstlich durch Finnland ziehende Querschwelle (s. o.) auf deren Kulmination hier erst etwa die Bruchstücke des 3. Salpausselkä gelegen sind (vgl. Sauramo 1924). Der 1. und 2. Salpausselkä dagegen wurde weit südlich im tieferem Gebiet abgelagert, wahrscheinlich dort, wo das tiefe Meer das Eis zum Kalben veranlaßte und am Vordringen verhinderte. Im Mittelbogen dagegen wurde das dünnere Eis durch diese Schwelle gestaut und der Eishalt erfolgte schon auf ihrer Kulmination oder knapp südlich auf ihrem gleichmäßigen Abfall gegen das Meer, woraus sich auch das Gleichlaufen der Randbildungen mit der Küstenlinie im ganzen Mittelteil

erklären dürfte. In Karelien bildeten sich schließlich die Stillstandsmoränen am inneren „Hang" dieser, nach O ansteigenden Schwelle, wo das auf dem Lande, bzw. in sehr seichtem Meer endende Eis sich staute und dadurch länger festgehalten wurde.

Diese verschiedene Eisdicke und die verschiedenen Bedingungen des Untergrunds wirkten sich auch in den Formen und Größenverhältnissen des Salpausselkä aus: In Südwestfinnland beginnen die beiden äußeren Randmoränen an der Küste als einheitliche, ziemlich mächtige Rücken. Diese reichen am 1. Salpausselkä bis Ojakkala, am 2. bis Sammatti. In dem über 100 m tiefen synchronen Meer sind die Ablagerungen nirgends bis zum höchsten Wasserniveau gewachsen, jedoch erreichen sie stellenweise eine ganz bedeutende relative Höhe, bei Lohja und Nummela über 80 m. Das Eis, das auch am Rande über 100 m mächtig (es mußte die Meerestiefe noch mindestens um $^1/_7$ übertroffen haben!) und ziemlich aktiv gewesen sein muß, brachte naturgemäß viel Schutt mit. Dagegen oszillierte der Eisrand in dem tiefen Meer verhältnismäßig wenig, auch bildeten sich in dem Gebiete, das keine großen longitudinalen Rinnen aufweist, nur selten große Schmelzwasserströme, die breite Kies- und Sandflächen hätten aufschütten können: Nur bei Lappvik, Lohja und Nummela am 1. und bei Bromarf und Sammatti am 2. Salpausselkä sind anschließend an heutige Seebecken oder Meeresbuchten größere Mengen fluvioglazialer Sedimente abgesetzt worden. Außerdem sind bei der Stabilität des Eisrandes Parallelbildungen selten (am 1. S. nur bei Svartå und am 2. Salp. zwischen den Kirchspielen Tenala und Pohja). Wenn überhaupt, so dürfen wir in diesem Abschnitt einen Teil der Ablagerungen durch unmittelbares Ausschmelzen entstanden denken, wiewohl in den oberen Eisschichten, die die Brandung zu erreichen vermochte, Gletscherschutt wohl fast ganz fehlte (vgl. auch Solitander 1875, Tab. II, Fig. IX b, wo aus einem seichten Schnitt durch eine schmale Partie des Salpausselkä bei Gerknäs ganz typische Staumoräne mit eingeschlossenen, verbogenen Bruchstücken geschichteter Bildungen dargestellt ist.). Außerdem wurde in diesem tiefliegenden Abschnitt die Oberfläche des Salpausselkä durch die Brandung und die Wellentätigkeit stark verändert, sodaß uns heute fast überall sanfte, eingeebnete Hügelformen, sekundäre, sandige Plateaurücken und auf den Gipfeln durch Ausspülung entstandene Steinwälle entgegentreten.

In dem nach NO bis zum Knie bei Hollola sich erstreckenden Abschnitt dagegen hat der Salpausselkä eine vom Küstenteil wesentlich verschiedene Prägung erfahren. Hier sind die Randbildungen in ihrem ganzen Verlauf am stärksten zerstückelt und besonders der 2. Salpausselkä setzt auf weite Erstreckungen ganz aus, z. B. SW vom Pyhäjärvi, zwischen Kesijärvi und Kernaalan-

järvi und zwischen Lammi und Asikkala. Fast überall finden sich zahlreiche Parallelrücken entweder unmittelbar neben den eigentlichen Endmoränen oder auch zwischen beiden, die kürzere, lokale Stillstandsstadien eines unruhigen Eisrandes markieren. Besonders zahlreich sind solche, meist schmale Parallelrücken zwischen dem Sääksjärvi und dem Lopenjärvi, um Riihimäki und zwischen Oitti und Kärkölä im äußeren und zwischen Turenki und Lammi am innern Salpausselkä. Die allgemeine Landoberfläche liegt in dieser Zone schon wesentlich höher, das Eis grenzte also an ein seichteres Meer und war in seiner oszillierenden Eigenbewegung viel weniger gehemmt als in dem tiefen Wasser des küstennahen SW-Teils. Dazu kommt, daß auch der Untergrund im Gegensatz zum SW ziemlich eben ist und vor allem in der Querrichtung kaum irgendwelche nennenswerten Erhebungen aufweist, an denen das Eis sich hätte stauen und festhaften können. Ein Vergleich der Profile 1, 2, 10 und 11 auf Tafel I, die längs und quer durch die ganze Region der Salpausselkäbildungen in diesem Abschnitt gezogen sind, läßt das deutlich erkennen. Auch die auffallende Seenarmut gründet sich auf die geringe Reliefenergie dieses Abschnittes. Dagegen fehlen nicht ganz tiefere Längsrinnen, die schon durch die in ihnen ziehenden Längsoser als bedeutsame Sammelstellen fluvioglazialer Sedimente sich kenntlich machen. Dort, wo die Randmoräne mit solchen zusammentrifft, sind dann auch größere fluvioglaziale Plateaus entwickelt, die bis zum synchronen Wasserniveau gereicht haben. So am Sääksjärvi, bei Hyvinkää und Hikiä am äußeren, bei Pyhäjärvi, NO des Kesijärvi, um Kataloinen und bei Lammi am innern Randwall, wo man manchmal im Zweifel sein kann, ob man die Aufschüttungen zu der stark zerstückelten Randmoräne oder zu den Längsosern rechnen soll. Im allgemeinen ist gerade in diesem Abschnitt der 1. Salpausselkä wesentlich stärker entwickelt als der 2. und seine breiten, auf dem Niveau von Z gebildeten Deltaflächen beweisen, daß der Eisrand wenigstens an einigen Stellen recht lange verweilte. Denn das Land liegt noch etwas tiefer als am 2. Salpausselkä und auch die Reliefenergie ist größer, sodaß der Eisrand längere Zeit gestaut und zurückgehalten werden konnte. Am 2. Salpausselkä dagegen und in den zahlreichen Parallelrücken ist die Natur isolierter und unregelmäßiger Staumoränenwälle sehr schön ausgeprägt. Die Oszillationen des Eisrandes waren weit ausgreifend, die Bewegung erfolgte nicht koordiniert und es entwickelten sich nur wenige Schmelzwässer, sodaß die Bodenmoräne zu einzelnen, meist steilen und schmalen Stauwällen, die oft zu mehreren hintereinander liegen, zusammengeschoben wurden. Diese können in den höheren Gebieten bisweilen über die ehemalige höchste Wasserbedeckung hinausragen, in ihren subaquatischen Teilen deutet nur eine sehr reiche Blockbe-

streuung der Hänge auf die spätere Ausspülung. Sonst sind dagegen die Formen durch die sekundäre Brandungstätigkeit ziemlich wenig verändert worden.

Es zeigt sich eben in diesem ganzen Abschnitt die Wirkung der nördlich gelegenen, höheren Schwelle, die in diesem Zwischengebiet zwischen zwei größeren Eisströmen eine größere Unregelmäßigkeit in der Eisbewegung und -Richtung hervorrief: Das Eis war dünner als in benachbarten Gebieten, sein Rand unterlag dadurch größeren Schwankungen und, stärker abhängig von lokalen, kleinen Störungen, änderte sich auch im einzelnen häufig die Richtung und Bewegungsintensität des Eises und damit seine Schuttführung.

Das Vorhandensein einer höheren Schwelle im N des 1. und 2. Salpausselkä aber erklärt es, daß nach dem eigentlichen Salpausselkästadium der Eisrand sich in ganz Westfinnland nicht kontinuierlich zurückzog, sondern begünstigt durch die mehrfachen Wasserspiegelschwankungen zwischen den Jahren 100 und 200 um eine dritte, kürzere Stillstandslage oszillierte und die Bruchstücke des 3. Salpausselkä aufschüttete, meist isolierte Moränenwälle mit dazwischenliegenden, fast ausschließlich an Längsoser gebundenen, fluvioglazialen Plateaus. Die Reliefenergie des Untergrundes ist hier, etwa auf der Kulmination der W—O verlaufenden Schwelle, sehr gering, sodaß der Eisrand leicht sich vor- und rückwärts verschieben konnte und, da er kein festes, höheres Widerlager vorfand, auch nur sehr wenig kontinuierliche Endmoränenwälle zusammenschob.

Fast plötzlich ändert sich die Gestalt des Salpausselkä an der Umbiegungsstelle, wo die lange Tiefenrinne des Päijänne- und Vesijärvi einen neuen Typ der Bodenkonfiguration einleitet. Als morphologisch gut ausgeprägte Wälle ziehen die beiden Endmoränengürtel, fast nirgends unterbrochen, durch das südliche Finnland, breite Plateaus wechseln mit schmäleren Plateaurücken oder einfachen Hügelzügen und allenthalben ist der Salpausselkä typisch entwickelt, deutlich die gleichmäßige Mitwirkung der drei Faktoren, Eis, Schmelzwasser und Meer an seinem Aufbau erkennen lassend. Durch das verhältnismäßig tiefer gelegene Gebiet der finnischen Seenplatte mit ihren großen, nordsüdlichen Längsrinnen, in denen höhere Querriegel fehlen, konnte sich das Eis ungestört vorwärtsbewegen, viel Schutt mitführend, und staute sich erst südlich davon an der höheren, etwa westöstlich verlaufenden Querschwelle. Und eben, als der rückschreitende Eisrand auf dem Südabfall dieser Höhenzone angelangt war, die von sich aus schon durch ihre stauende Wirkung auf das Abschmelzen verzögernd wirkte (auch bedeutende Abnahme des Kalbens!), da gesellten sich auch klimatische Ursachen hinzu, die, sicherlich periodisch wirksam, gerade diesen doppelten Eishalt verursachten: Ein harmoni-

sches Zusammenwirken verschiedener Umstände ist es also, das in diesem Abschnitt die Formen der Randbildung auf weite Erstrekkung besonders deutlich und kontinuierlich gestaltete.

Deshalb vermissen wir auch Parallelbildungen zwischen den beiden Salpausselkä fast völlig. Nur an der südlichsten Stelle der beiden Bögen bei Kausala und Kouvola am 1. und in dem Kirchspiel Jaala ist die Randmoräne stellenweise unterbrochen und in mehrere Parallelrücken aufgelöst. An dieser Stelle scheint auch der Querwall des Untergrundes zu fehlen, sodaß hier das Seengebiet ohne merkliche Höhenschwelle allmählich in die nach S abfallende Küstenebene übergeht. — Plateaus erscheinen gehäuft besonders im West- und Ostteil dieses Bogens, weniger in der etwas zerbrochenen Mitte. Ihr Auftreten ist fast immer gebunden an das Südende von Seen oder an den Ursprung von Längsosern, oft an beide zugleich.

Wenn auch die Eisbewegung im allgemeinen koordiniert erfolgte, ganz synchron zog sich der Eisrand doch nicht zwischen beiden Salpausselkä zurück: So hat das marine Niveau Z westlich von Lahti und südlich des Saimaa am 1. Salpausselkä keine Spuren mehr hinterlassen, während um Nastola und auf der ganzen Strecke zwischen Utti und dem Kivijärvi deutlich breite, distale Terrassen in der Höhe dieses marinen Niveaus aufgeschüttet sind. Deshalb ist auch der 1. Salpausselkä im allgemeinen etwas mächtiger als der 2., weil an ersterem länger gebaut wurde.

Während so im West- und Mittelteil der Salpausselkäbögen das Meer für die Gestaltung der Formen eine große Rolle spielte, tritt es im O ganz zurück. Wohl fehlte eine Wasserfläche außerhalb des Eisrandes nur selten ganz. Aber es war ein sehr seichtes Randmeer, allenthalben von größeren und kleineren Inseln unterbrochen, das keinen großen Einfluß auf die Eisbewegung und die Ablagerungen am Rand ausüben konnte. Zudem steigt in Ostfinnland das Gelände in distaler Richtung an — (eine gerade Umkehr der Verhältnisse im südlichen und westlichen Finnland) —, wo der dünne Eisrand im Vorland der Salpausselkäzone nur eine schwache Zufuhr erhielt und schnell abschmelzen konnte, bis er in das tiefere Gebiet der beginnenden Seenplatte zurückweichend sich staute und größere Schuttmassen aufhäufte. Eben hier, an dem Proximalabfall des nach außen ansteigenden Landes ist die Aufschüttung der beiden Salpausselkägürtel erfolgt. Diese eigentümliche Bodenkonfiguration erklärt es auch, daß die Eisbewegung außerhalb der Randmoränen eine andere war, als innerhalb. Während nämlich das Eis vor dem Haltstadium der allgemeinen NW—SO-Richtung der tektonischen und geologischen Schwächelinien folgte, zog es sich nachher fast in westlicher Richtung zurück. Besonders schön tritt das in den zwischen Onkamo und Kiihtelysvaara vom Sal-

pausselkä abzweigenden Osern zutage, die außerhalb des inneren Randwalles nach SO ziehen, von der Innenseite dagegen zunächst in westlicher Richtung abzweigen, um dann erst im Seenplateau wieder in die allgemeine SO—NW-Richtung überzugehen. Auch diese Beobachtung beweist, daß in der Salpausselkäzone die Bedingungen des Inlandeises sich geändert haben mußten und daß topographische Gründe auch hier das Haltstadium begünstigten (vgl. Sauramo 1924).

Die Formen des Salpausselkä unterscheiden sich in diesem Abschnitt wesentlich von denen der übrigen Teile; es fehlt die primäre und sekundäre Einwirkung des Meeres fast gänzlich und die Moränenwälle sowohl als die fluvioglazialen Aufschüttungen tragen supraaquatisches Gepräge: Unregelmäßige Hügellandschaften mit einer höckerigen Oberfläche, mit Senken und vielen Gruben in ihrem Verlauf und daran anschließende, niedrige Sanderflächen, die meist stärker geneigt sind als die Plateaus im Mittelteil, kennzeichnen die Randmoränen. Fluvioglaziales Material ist in ganz Karelien sehr häufig. Deshalb finden wir auch am Salpausselkä fast kontinuierlich den Distalrand begleitende Heideflächen mit kiesigem und sandigem Boden und deshalb beteiligt sich das fluvioglaziale Material so stark am Bau der Staumoränenwälle selbst, die flächenhaft ausgebreitet eine typische Endmoränenlandschaft bilden.

Noch ein wichtiger Umstand unterscheidet diesen Ostteil von den übrigen Gebieten des Salpausselkä; während sonst der äußere Salpausselkä mächtiger entwickelt ist als der innere, kehren sich die Verhältnisse in Ostkarelien, gleichlaufend mit dem Wechsel der topographischen Bedingungen, um: Der 1. Salpausselkä wird immer unbedeutender und verschwindet nördlich des Tohmajärvi in dem ansteigenden Gelände ganz als ausgeprägte Randmoräne. Der 2. Salpausselkä dagegen, der, je weiter wir nach NO vordringen, umso stärker topographisch begünstigt erscheint, wird immer mächtiger. Hier gerade, am Westfuß der Landschwelle, sammelten sich Eisschutt und Schmelzwasserablagerungen, sodaß die Aufschüttungen bedeutende Ausmaße erreichen konnten, obwohl wir nur eine geringe Eiskraft und -dicke in dieser Randzone des nach S gerichteten, zentralfinnischen Eisstromes annehmen dürfen. Es ist auch wahrscheinlich, daß der Eisrand in diesem Gebiet schon während der ersten Salpausselkäphase zurückschritt und am 2. Salpausselkä baute, als er in andern Regionen noch an der äußeren Umrandung stand. Vielleicht fand in den nördlichen Teilen überhaupt nur ein einziger Eishalt statt, da alle Anzeichen eines äußeren Walles fehlen. Dagegen hinterließ der Eisrand nach seinem Rückzug vom 2. Salpausselkä hier noch eine isolierte Randbildung, die etwa zur gleichen Zeit wie der 3. Salpausselkä in W-Finnland

entstand: Das Jaamankangas, eine weite, deltaartige Randaufschüttung, die sich an das Distalende der Seen Höytiäinen und Viinijärvi anschließt. Die Plateauhöhen gehören der spätesten Phase eines Eisstausees und dem darauffolgenden, tiefergelegenen Yoldiameer an.

Über eine mögliche Fortsetzung des Salpausselkä nach O oder N haben besonders Ramsay (1891 und 1904) und Rosberg (1892 und 1897) Untersuchungen angestellt. So schrieben sie plateauartige Querrücken südlich des Koiterejärvi dem 1. Salpausselkä zu und schwache Moränenbruchstücke nördlich des letztgenannten Sees dem 2.. Endmoränenartige Bruchstücke hat man sogar bis nach Rußland hinein in NNO-Richtung verfolgt und sie als Fortsetzung der beiden Salpausselkä gedeutet. Jedoch ist das Alter aller dieser isolierten, einzelnen Funde noch absolut nicht kontrolliert, auch fehlt jede Kartierung in diesem Gebiet, sodaß man über die Entstehung dieser Bildungen nichts aussagen kann. So viel ist jedenfalls sicher, daß die Endmoränen in ihrer kontinuierlichen und typischen Ausbildung östlich von Joensuu ihr Ende finden. Ob das dünne Eis in den hochgelegenen Gebieten Nordkareliens überhaupt ausgeprägte Haltstadien markierte, ist fraglich. Vielleicht ist es in diesen supraaquatischen Regionen kontinuierlich abgeschmolzen (s. Leiviskä 1920, S. 387). Zum andern ist es auch nicht ausgeschlossen, daß durch tiefe Spalten in den Tiefenrinnen etwa des Pielisjärvi und seiner südlichen Fortsetzung, oder in östlich benachbarten, SSO verlaufenden Furchen große Teile des dünnen Eises, das die Hochgebiete bedeckte, als Toteis abgeschnitten wurden und so für eine aktive Randgestaltung nicht mehr in Frage kamen (vgl. Hyyppä 1936).

Um das gegenseitige Verhältnis der Salpausselkäbögen noch eingehender zu beleuchten und ihre Höhenverhältnisse in den verschiedenen Abschnitten schematisch darzustellen, wurden die Entfernung der Randmoränen voneinander und die relative und absolute Höhe der Wälle an einigen typischen Querschnitten tabellarisch zusammengestellt (Tabelle 4). Die Zahlen sind zum Teil aus den auf Tafel I wiedergegebenen Querprofilen durch die Salpausselkäregion entnommen, auf die in diesem Zusammenhang besonders hingewiesen wird. — Aus der Zusammenstellung geht einmal hervor, daß der 1. Salpausselkä fast überall der höhere und mächtigere ist und daß er nur im Ostflügel vom 2. Salpausselkä mehr und mehr überragt wird, daß der Felsgrund dagegen, wiederum von Ostkarelien abgesehen, am inneren Randmoränenwall allgemein noch auf einem etwas höheren Niveau liegt als am äußeren. In der Längsrichtung aber können wir erkennen, daß die höchsten relativen Höhen des Salpausselkä einmal im Westteil in der Nähe der Meeresküste sich finden, dann aber westlich und östlich von

Tabelle 4.

Vergleichende Übersicht der Höhenverhältnisse des Salpausselkä in seinen verschiedenen Abschnitten.

Lage der gewählten Querschnitte	Abstand zwischen 1. u. 2. S. km	1. Salpausselkä: Höhe der an den S. grenzenden Seespiegel oder Moore m ü. d. M.	1. Salpausselkä: Höhe des Salpausselkä m ü. d. M.	2. Salpausselkä: Höhe der an den S. grenzenden Seespiegel oder Moore m ü. d. M.	2. Salpausselkä: Höhe des Salpausselkä m ü. d. M.
Westbogen:					
Lappvik—Bromarf (Abstand zw. 2. u. 3. S. bei Gammelby 24 km)	13,5	0	20—30	0	31
Lohja—Sammatti	14	31	90—117	45—50	80—90
Sääksjärvi—Lopenjärvi (Abstand zw. 2. u. 3. Salpausselkä 20 km) (4—5 Parallelrücken zwischen 1. und 2. Salpausselkä)	22—23	ca. 100	120 (= 3 Parallelrücken)	125—130	ca. 145 (4—5 Parallelrücken)
Oitti—Isojärvi (auch Parallelrücken zwischen beiden Salpausselkä)	24	ca. 90	130—140 (= 2 Parallelrücken)	125—135	160 (2—3 Parallelrücken)
Mittelbogen:					
Lahti—Asikkala	21	80—82	155—160	78—82	154
Nastola—Vierumäki	17,5	90	145	ca. 120	140
Kouvola—Jaala	21,5	65—70	bis 120	65—80	bis 120 (3 Parallelrücken)
Utti—Anttilankangas	20—21	60	bis 120	76—78	125—130
Kivijärvi—Savitaipale	25	74—76	ca. 100	77	110—116
Joutseno—Kyläniemi	24	75—76	105	76	105
Koitsanlahti—Vuoriniemi	19	71	100	ca. 80	(80—90) (2. Salp. fehlt fast ganz)
Ostteil:					
Jukuniemi—Kesälahti	27—28	ca. 80	ca. 100	ca. 80	105—130
Tohmajärvi—Onkamo	ca. 18	90—100	105	ca. 100	115—140
Tuupovaara—Kiihtelysvaara (der 1. Salpausselkä verschwindet ganz)	?	—	—	ca. 110	130—140

Lahti im Mittelbogen, daß also die größte Materialmenge in den Gebieten abgelagert wurde, wo die Reliefenergie ziemlich groß und das randliche Meer noch genügend tief war, während der Salpausselkä gerade in den hochgelegenen und verhältnismäßig flachen Gegenden des südlichen Hämee um den Sääksjärvi, Lopenjärvi und NO davon, ferner besonders im ganzen karelischen Abschnitt nur schwach über seine Umgebung, d. h. über die Seeflächen und Moore hinausragt. Auf eine stärkere Aktivität des Eises in den westlichen Gebieten und um Lahti und Nastola scheint auch der geringere senkrechte Abstand des 1. und 2. Salpausselkä in diesen Gebieten zu deuten. Andererseits ist das Auftreten von Parallelbildungen an die morphologisch schwächer entwickelten Abschnitte des Salpausselkä geknüpft.

Abhängigkeit der verschiedenen Formen von den topographischen Bedingungen.

Nicht nur der große Verlauf, auch die verschiedenen Einzelformen der Randmoränen erscheinen in hohem Maße durch die Gegebenheiten des Untergrundes bedingt. Vor allem sind es die Stellen, wo der Salpausselkä extrem ausgebildet ist, als breites Plateau oder als ein System paralleler, schmaler Stauwälle, die in erhöhtem Maße die Abhängigkeit von der Topographie zeigen, während die Zwischenformen der Hügellandschaften und der breiten Rükken bei ihrer meist heterogenen Entstehungsweise keine solch klaren Beziehungen aufweisen.

Die Plateaus sind mit einer auffallenden Regelmäßigkeit an tiefere Längsrinnen im Untergrund gebunden. Wir finden kaum ein Plateau, das nicht ein Seebecken oder wenigstens eine tiefliegende Moorlandschaft distal begrenzte.

Ein Musterbeispiel einer solchen deutlichen Abhängigkeit der Plateaus von Talbecken hat De Geer in seiner Beschreibung von Dals Ed gegeben, wo die schmalen, mittelschwedischen Randmoränen gerade am Distalende der Seen Stora Le und Lilla Le sich deltaförmig verbreitern (De Geer 1897, S. 378; 1909, Tafel mit Abb.). Ähnlich schön sind in Finnland die Verhältnisse am Anttilankangas entwickelt, das lobenartig an die lange, schmale Rinne des Vuohijärvi anschließt: Ein ideales Sammelbecken für den Gletscherschutt und für die in zahlreichen Spalten kräftig sich entwickelnden Schmelzwässer, die zu einem großen Fluß sich vereinigend ihr Material deltaartig am Eisrand abgesetzt haben (s. Karte 2). Solche, gegen den Salpausselkä trichterartig sich verschmälernde Seerinnen finden sich mehrfach, da beinahe alle Längsbecken der zentralen Seenplatte an der höheren Boden-

schwelle unter dem Salpausselkägürtel enden und hier also zugespitzt ausstreichen müssen (z. B. die an die Proximalseite des Plateaus von Nastola und Savitaipale grenzenden Seen, der Torsanjärvi, Simpelejärvi und einige Buchten des Puruvesi in Karelien). Wo dagegen Seen in breiter Front an die Randmoräne stoßen, da sind die Plateaus besonders gerne an den Rändern dieser Seebecken im Anschluß an hier verlaufende Oszüge entwickelt: So ist der 2. Salpausselkä links und rechts vom Südende des Päijännesees bei Asikkala und Vesivehmainen plateauartig angeschwollen, während er auf der Landenge zwischen Päijänne- und Vesijärvi niedrig und schmal ist. Ebenso ist der 1. Salpausselkä bei Taavetti im W und Sarvilahti im O ziemlich breit und reich an fluvioglazialen Aufschüttungen, während er an der ganzen Südfront des Kivijärvi schmal und moränenartig entwickelt ist. Die größten Plateaus im Saimaagebiet liegen an dessen SW und NO-Rändern, das von Lappeenranta und Taipalsaari, das von Syyspohja und das Immalankangas, während die Plateaus der Insel Kyläniemi und das von Joutseno in deren südöstlicher Verlängerung an eine höhere Schwelle im Saimaa gebunden erscheinen. Der Fall des Päijännesees wiederholt sich im Ostteil bei Syrjäsalmi, wo nördlich und südlich der Seeenge breite Plateaus liegen.

Der Grund, warum in den breiten Seebecken die Plateaus am Rande sich häufen, nicht in der Mitte, ist leicht einzusehen: Das Eis war in diesen Senken dicker und bewegte sich schneller als in den angrenzenden, höheren Regionen; das mußte aber gerade an den Längsrändern der Mulden zu Spannungen und longitudinalen Zerreißungen des Eisrandes führen. Gerade in diesen Bruchzonen bildeten sich, gespeist durch die von der höheren Umgebung herabrinnenden Bäche, verstärkte Schmelzwasserläufe aus, die den Gletscherschutt sammelnd nun auch an den Rändern der Rinnen mündeten. Sehen wir doch auch bei rezenten Talgletschern die Schmelzwässer fast immer an den Seiten, nicht in der Mitte des lobenförmig ausgebogenen Zungenendes hervortreten (Gripp 1929).

Daß wir am Südende großer Seen, im Päijänne-Vesijärvigebiet, am Saimaa, Puruvesi und Orivesi die Randaufschüttungen ganz allgemein breiter entwickelt finden, das hat neben der verstärkten Schmelzwasserentwicklung seinen Hauptgrund darin, daß in den Senken durch ein mächtigeres und aktiveres Eis auch allgemein mehr Material herbeigeschafft wurde als in den höheren Regionen, wo das Eis schwächer bewegt wurde und weniger zerklüftet war

Aber nicht immer sind in den angegebenen Fällen fluvioglaziale Plateaus entwickelt. So ist der Salpausselkä bei Lahti schmal und niedrig, obwohl hier der Vesijärvi in einer zugespitzten Bucht endet, während die mächtigen Plateaus um Hollola gerade keine deutliche Beziehung zu proximalen Tiefenrinnen erkennen lassen.

Es muß sich also noch ein zweiter Faktor zu dem Vorhandensein der proximalen Senken gesellen: Sehr oft finden wir, wenn wir die Plateaus einer genaueren Untersuchung unterziehen, daß der felsige Untergrund in ihrem Bau bis an die ebene Oberfläche heranreicht, oder noch über sie hinausragt. Das ist wiederum leicht verständlich: Gerade an solchen höheren und felsigen Stellen wurde der Eisrand bei seinem Rückzug festgehalten. An ihnen staute sich zugleich, wie Leiviskä ausführte, der in den Mulden bewegte, reichere Schutt und sie hinderten auch das Meer an einer aktiven Einwirkung auf den Eisrand und an einem Eindringen in die tiefere, proximale Rinne, was ein erneutes Kalben und Rückschreiten des Eises hätte bewirken können. Vereinzelt höher emporragende Felskuppen bildeten schließlich feste Keile und Widerlager, an denen das Eis zerbrach und gespalten wurde, besonders dann, wenn sie als Nunatakker die Eisdecke durchbrachen, wie es sicher beim Tiirismaa der Fall war. Dann begünstigten die Spalten und Brüche im Eise eine verstärkte Entwicklung von Schmelzwässern, die links und rechts von dem Hindernis mündend breite Plateaus aufschütteten (Ahlmann 1916).

Eine solche deutliche Beziehung zu großen Plateaus zeigen vor allem die Felshügel westlich von Lahti, in denen Südfinnland seine höchsten absoluten Höhen erreicht (Tiirismaa 223 m). Diese Erhebungen aber waren mit eine Ursache, daß der Salpausselkä an dieser Stelle das einspringende scharfe Knie bildet: Sie hemmten bereits vor dem Haltstadium die Eisbewegung und rissen Spalten auf, sodaß der Gletscher in dieser Zone schneller abschmelzen und weiter sich zurückziehen mußte als östlich und westlich davon.

Auch die Plateaus von Kyläniemi im Saimaasee sind deutlich abhängig von höheren Felshügeln an ihrer Proximalseite.

Schließlich war auch die distale Bodenkonfiguration für die Ausgestaltung der Plateaus nicht ohne Einfluß, vor allem, soweit sie den Verlauf ihrer Distalränder bestimmte: War das Meer seicht, in das die Gletscherbäche mündeten, so breiteten sie, häufig ihren Lauf ändernd, ihren Schutt unregelmäßig aus, führten ihn wohl auch recht weit in distaler Richtung fort, gerade dorthin eben, wo das Wasser tiefere Abflußrinnen fand. Dadurch entstand ein Typ von distalen Heideflächen, wie er uns besonders im O entgegentritt, wo das Gelände außerhalb der Randmoränen kaum abfällt, ja manchmal eher ansteigt: Es konnte selbst ein Materialtransport in der Längsrichtung des Salpausselkä zustandekommen, an dessen Rand das Meer bisweilen noch am tiefsten war, und die Folge war eine terrassenartige, weite Erstreckung der Plateaus (s. Karte 3, wo für die Entstehung der viele Kilometer weit den Salpausselkä begleitenden Heideflächen S von Onkamo wahrscheinlich ein solcher Längstransport entlang der Eisfront eine

Rolle spielte.). Dort dagegen, wo der Untergrund vor der Randmoräne tiefer gelegen ist, sind die fluvioglazialen Ablagerungen viel mehr lokal beschränkt. Die Plateaus sind schmäler, oft lobenartig vorgebuchtet und ein ziemlich steil abfallender Distalrand bezeichnet die Grenze der ebenen Oberfläche und des angrenzenden, tieferen Meeres, in das der Schutt kegelartig abgesetzt ist. Vor dem Anttilankangas ist z. B. eine solche breite, nach S gestreckte und moorerfüllte Senke zu erkennen, durch die die Schmelzwässer ungehindert abfließen konnten und ihren Schutt in einem idealen, lobenförmigen Delta ablagerten (Karte 2). Wo dagegen seitliche, höhere Felsrücken das Mündungsgebiet der Schmelzwässer einengten, da erscheint auch das ganze Delta zungenförmig in der Richtung der schmalen „Abflußrinne" in die Länge gezogen (z. B. am Plateau von Lappeenranta).

Komplizierter werden die Verhältnisse dort, wo Felsenaufwölbungen sich direkt vor die Schmelzwassermündungen legen; dann sind meist unregelmäßige, langgestreckte Plateaus entstanden mit zerlapptem Distalrand und oft kleinen, tiefen Vorwölbungen, die das Plateau in die Senken hinein ausschickt (s. z. B. den Distalrand des Plateaurückens O des Anttilankangas auf Karte 2!).

Während die Plateaus sich so an die Zonen großer Schmelzwassermündungen knüpfen, finden wir umgekehrt die schmalen Rücken gerade dort, wo diese fehlen, in hochgelegenem Gelände sowohl als an der Distalseite breiter Seebecken, wo die Randmoräne oft zugleich schwach gegen die Distalseite ausgebogen ist: Im Bereich dieser breiteren Mulden, die wir zunächst betrachten wollen, konnte das Eis ungestört vorrücken und an seinem lobenförmigen Rande an die Staumoräne nur wenig fluvioglaziales Material anlagern, da größere Schmelzwasserströme erst an den Seiten mündeten. Die schmale Partie des 1. Salpausselkä bei Lahti bezeichnet eine solche vorgeschobene Strecke des Eisrandes S des Vesijärvi. Auch in der schmalen Partie S des Kivijärvi ist der Salpausselkä etwas distal vorgewölbt. Im Saimaagebiet hat vor allem Hellaakoski solche Zusammenhänge beobachtet (1934), wo überall in den „lobenartigen Zungen die Moräne angehäuft" ist, während in den „dazwischenliegenden Buchten die sedimentreichen Glazialflüsse mündeten", die die Plateaus bildeten. Ein besonders schönes Beispiel für die Ablagerungstätigkeit eines wenig zerspalteten Eisrandes in breiten Mulden ist der „hufeisenförmig gebogene" Endmoränenverlauf um den See Jukajärvi im Schlußteil des 2. Salpausselkä (Leiv. 1920, S. 290), der an das „Moränenamphitheater" am Nordende der Oberbayerischen Seen erinnert. Andererseits begegnen wir den schmalen Moränenrücken in höheren Schwellenregionen, wo das Eis weniger Material herbeischaffte, wo es stärker oszillierte und keine ausgeprägten Widerlager fand. Besonders

schmal und wallartig ist z. B. der 2. Salpausselkä zwischen Turenki und Kataloinen und zwischen Lammi und Asikkala: Das Gelände liegt hier sehr hoch (die Spiegel der kleineren Seen um 130 m), größere Rinnen und höhere Felsrücken fehlen, zudem war das Eis dünn und wenig aktiv: Alles Gründe für die Entstehung oft unterbrochener, spitzscheiteliger Moränenhügel. Interessant ist in diesem Zusammenhange auch das Auftreten von Parallelrücken. Sie scheinen im wesentlichen an zwei Typen des Untergrunds gebunden zu sein. Der eine findet sich besonders am 2. und 3. Salpausselkä des Westteils und die Umgebung des Lopenjärvi mag hierfür als Beispiel dienen (s. Tafel I, Prof. 2, Leiv. 1920, Karte XXI). Das Bodenrelief ist in dem ganzen Gebiet (allgemeine Meereshöhe 110 m) recht gering, es gibt keine höheren Felshügel, die für das Eis eine stauende Barriere hätten bilden können und der Untergrund steigt in proximaler Richtung leicht an. So fand das Eis auf der schwach nach S geneigten Abdachung keinen festen Halt, als die 2. Phase des finiglazialen Stagnationsstadiums einsetzte. Der ziemlich dünne Eisrand war starken Schwankungen unterworfen, indem er einmal weit zurückschritt und dann wieder vorstieß, bis seine Bewegung erlahmte. Auf diese Weise aber wurden an mehreren Stellen unzusammenhängende Staumoränenwälle zusammengeschoben, die als Parallelrücken die Grenzen verschiedener Eisvorstöße einer nur wenig synchron sich bewegenden Gletscherfront bezeichnen. Der andere Typ ist bei Jaala im Mittelteil des 2. Salpausselkä verwirklicht (Leiv. Karte XXV). Hier fehlen nördlich der Randmoräne die sonst für die Seenplatte bezeichnenden, tieferen Längsrinnen und das Gelände steigt in proximaler Richtung eher etwas an (s. Tafel I, Prof. 5). Dagegen liegen gerade im Bereich des Salpausselkä selbst mehrere felsige Querrücken, zwischen denen Seen eingesenkt sind (Kortesjärvi, Sonnanjärvi, Jukkajärvi, Kamponen, Saarijärvi und einige kleinere). Im allgemeinen streichen die Felshügel in WSW—ONO-Richtung, jedoch weichen einzelne auch von diesem Verlauf mehr oder weniger ab. An diese Hügel nun schließen sich die einzelnen Parallelrücken des Salpausselkä an (vgl. Leiv. 1920, S. 150—155), die in ihrem etwas verschieden gerichteten Verlauf fast genau die Richtung der Felsen wiederholen, an die sie sich anlehnen.

Man könnte die Beispiele für die deutlichen Beziehungen der Formausprägung des Salpausselkä zu den Bedingungen des Untergrunds noch beliebig fortsetzen. Doch sind schon aus den wenigen, charakteristischen Stellen, die wir betrachtet haben, die Grundzüge dieses Verhältnisses zu erkennen: Überall da, wo im primären Felsgrund schon eine Änderung der Oberflächengestaltung wahrzunehmen ist, das Ende von großen Becken z. B. oder das Auftreten höherer Erhebungen, sind auch die Randmoränen breit und

mächtig entwickelt und verstärken so die morphologische Besonderheit, bzw. die Grenzfunktion dieser Region. Dort dagegen, wo eine solche den Eishalt begünstigende Reliefgestaltung fehlt, wo uns hochgelegene, ebene Flächen oder regellose Felslandschaften ohne durchlaufende, morphologische Linien entgegentreten, da vermissen wir auch kontinuierliche, ausgeprägte Randmoränenwälle und die Stagnationsbildungen sind aufgelöst in eine Menge zusammenhangsloser und unbedeutender Kleinformen.

Die sekundären Oberflächen- und Hangformen.

Die Kleinformen, die nach der Aufschüttung der Randmoränen durch die Brandung und die subaerile Einwirkung auf der Oberfläche entstanden sind, haben nur eine geringe geographische Bedeutung, so wichtig sie sind für die Analyse der nacheiszeitlichen Geschichte Finnlands. Immerhin treten durchlaufende Terrassen, Steinwälle und Dünenketten gelegentlich auch im Landschaftsbilde hervor und im Kleinen haben sie häufig die Vegetationsverteilung und die Anlage von Siedlungen und Wegen auf dem Salpausselkä beeinflußt. Vor allem hat die Brandung des sich zurückziehenden Meeres in Ruheperioden der Landhebung, besonders aber in Zeiten der Transgression Terrassen ausgeräumt und Strandwälle aufgeschüttet, deren Analyse und chronologische Datierung Sauramo, die Arbeit Ramsays fortsetzend, ausgeführt hat (1928, 1929, 1933, 1934. Weitere Arbeiten werden noch folgen.).

Sehr häufig sind sowohl auf dem Scheitel als auf den Hängen des Salpausselkä Akkumulationen mehr oder minder gerundeter Blöcke von Faust- bis Mannsgröße, die bisweilen auf weite Erstreckung hin zu verfolgen sind und verschiedenen Ursachen ihre Entstehung verdanken können. So bezeichnet oft ein steriles Steinfeld die höchste Stelle subaquatischer Rücken, wo die Brandung und winterliches Treibeis sonst verstreut liegende Blöcke zusammengeschoben hat, ganz unabhängig von einem bevorzugten Meeresniveau. Auch an den Hängen mag an einzelnen Stellen eine zwischen Sandschichten auskeilende Geröllage oder eine besonders steinige Moränenschicht durch Ausspülung eine solche Steinakkumulation erzeugt haben, die sich jedoch durch ihre wenig konstante Höhe und durch ihr isoliertes Auftreten, sowie durch die Lage der Blöcke von echten Strandbildungen meist schon morphologisch unterscheidet.

In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich jedoch um echte Terrassen und Strandwälle, die bei einem ganz bestimmten Wasserniveau ausgebildet wurden. Daß uns diese in sehr verschiedener

Ausprägung entgegentreten und daß sie in bestimmten Teilen mächtig entwickelt sind, in anderen wiederum gänzlich fehlen, hat verschiedene Ursachen: Im allgemeinen mag die Regel gelten, daß an steileren Hängen, wo die Brandung vor allem erodierend wirken konnte, Terrassen eingeschnitten sind, daß in flachen Partieen dagegen oder am Rande einer größeren Ebenheit (z. B. der Plateaus) Akkumulationswälle die Stellen intensiverer Wellentätigkeit bezeichnen. Ferner sind die Strandbildungen aufs stärkste abhängig von der Beschaffenheit des Baumaterials der Randmoräne. Lockerer Sand und Grus setzte den Küstenkräften naturgemäß den geringsten Widerstand entgegen: Die Terrassen sind tief eingeschnitten. Zugleich aber wurden ältere, nur wenig höher gelegene Uferlinien leicht unterspült und ausgelöscht. In steinigem und grobem Untergrund dagegen sind die Einschnitte seichter und stehen oft im Zusammenhang mit Geröllsäumen. Zugleich aber konnten sich die Terrassen besser erhalten und nahe liegende Uferlinien blieben getrennt, sodaß sie genauer die Höhe der synchronen Wasserfläche angeben. In festgepacktem Moränenmaterial schließlich vermissen wir oft überhaupt die Spuren deutlicher Strandlinien, da hier die Erosion sich kaum entfalten konnte.

Auf diese Materialverschiedenheit und die verschiedene Neigung der Hänge gründet sich die allgemein zu beobachtende Tatsache, daß auf der sanfteren und sandigen Distalseite des Salpausselkä die Terrassen viel breiter aber auch undeutlicher sind als am Proximalhang, der meist steil und von harter Moräne gebildet ist. Ferner war auch die Brandungswirkung des offenen Meeres an der Distalseite ganz allgemein größer als an der Innenseite, wo Inseln und der Wall des Salpausselkä selbst die freie Entfaltung der Küstenkräfte hemmten. Besonders gilt das für die höchsten Strandlinien, die zur Zeit der Aufschüttung der Randmoränen gebildet wurden. In diesen Zeiten konnte das Meer überhaupt nur die Außenseite der Wälle bespülen, während das Inlandeis an der Innenseite dem Wasser den Zutritt verwehrte. Auf der andern Seite gibt es auch Fälle, wo Terrassen nur auf der Innenseite der Randmoräne entwickelt sind. Das beobachten wir überall dort, wo ein Binnensee an die Proximalseite des Salpausselkä grenzt, der meist in einer deutlichen Terrasse einen früheren, höheren Wasserstand markiert hat.

Bei der Verfolgung der alten Uferränder offenbaren sich einige sehr charakteristische Eigentümlichkeiten, die sich sowohl auf lokale Verhältnisse und die Beschaffenheit des Untergrunds als auf die Verschiedenheit der die Strandlinien bedingenden Ereignisse zurückführen lassen: Sehr oft tritt uns 10—11 m unter dem Distalrand der Plateaus des 1. Salpausselkä eine breite Terrassenfläche entgegen (s. Tafel III, Prof. 4, 12, 13, 14), die sich durch den bedeu-

tenden Höhenunterschied ihres Proximal- und Distalrandes deutlich mehrteilig erweist: Sie beginnt 5—6 m unter dem Plateau von B II a; bisweilen markiert hier auch eine Steinakkumulation die höchste Grenze der nach dem marinen Stadium Z erfolgten Transgression auf B II b. In der Mitte der großen Terrasse bezeichnet ein Einschnitt oder öfter noch ein Steingürtel oder Strandwall das Niveau B III. 5—7 m tiefer kann dann noch am distalen Ende der Plattform B V sich in einer schwächeren Strandlinie ausgebildet haben (nach Sauramo). Gerade in dem lockeren Material der Distalseite des Salpausselkä sind diese drei nahe beieinanderliegenden, transgressiven Niveaus sehr oft infolge Unterspülung der älteren Terrassen zu einer einzigen breiten Ebenheit verschmolzen, während sie in dem härteren Material der Proximalseite mehr getrennt, jedoch auch schwächer eingeschnitten, sich erhalten haben. Auf viel tieferem Niveau hat die Ancylustransgression eine ähnlich bedeutsame Strandlinie hinterlassen: Ein steiler Kliffhang und eine breite Plattform charakterisiert ihre Terrassen und Unterspülung oder Erweiterung schon vorher gebildeter, älterer Ufer mag auch hier stattgefunden haben, umso mehr, als das Niveau der Ancylustransgression in der Salpausselkägegend etwa die Höhe des älteren Rha-zeitlichen Meeres erreicht (s. Relationsdiagramm Sauramos!). Ferner kennzeichnet sich der grobe, transgressive Charakter der Strandlinie meist durch Blockgürtel oder Geröllwälle, die die Ufergrenze markieren und die auch in Leiviskäs Profilen öfters eingezeichnet sind (s. Tafel III, Prof. 6).

Als letzte transgressive Terrassen finden wir an der Innenseite des 1. Salpausselkä und am 2. Salpausselkä schließlich ältere, höhere Uferlinien der Binnenseen, die als junge litorina- oder nachlitorinazeitliche Bildungen sich besonders gut erhalten haben. Neben diesen sehr allgemein verbreiteten, mächtigsten Uferlinien, die allein geographisch wirksam sind, treten die anderen, die Yoldia- und nachyoldiazeitlichen Strandflächen, stark zurück.

Noch weniger als die Brandung hat die subaerile Erosion nach dem Rückzug des Meeres die Oberfläche des Salpausselkä verändert. Bei der Kürze ihrer Einwirkung und in dem schützenden Waldkleid, das meist unmittelbar nach der Verlandung sich ausbreitete, ist ihr punktförmiger und regelloser Eingriff in die Oberfläche für die geographische Betrachtung zu vernachlässigen. Dagegen sind die Dünenbildungen des Salpausselkä bei Hanko und Lappvik und die Flugsandfelder in Ostkarelien vor allem für die Vegetationsverteilung auf dem Salpausselkä von Interesse. Über ihre Entstehung wurde schon berichtet (s. S. 37).

Die geographische Bedeutung des Salpausselkä.

Nach der genetischen Betrachtung des inneren Baues und der äußeren Formen der Salpausselkägürtel ist es nun möglich, der Analyse auch eine Synthese folgen zu lassen: zu untersuchen, wie sich die Randmoränen im Landschaftsbilde auswirken, wieweit ihnen eine geographische Selbständigkeit zukommt und wieweit sie schließlich das Klima, die Vegetation und die gesamten kulturellen Erscheinungen bestimmen.

Der Salpausselkä in der Oberflächengestalt Südfinnlands.

Finnland ist sehr arm an durchgehenden, morphologischen Linien: Es fehlen alle ausgeprägten Gebirge, es fehlen im Innern des Landes größere Ebenen oder geradlinige, wichtige Stromsysteme. Vielmehr ist die alte Plateauoberfläche aufgelöst in ein unübersichtliches, unregelmäßiges Kleinrelief, das eine landschaftliche Gliederung ziemlich erschwert. Wasser, Wald und Felsenhügel, dieser Dreiklang beherrscht das finnische Landschaftsbild und da sich die drei Elemente überall eng miteinander verflechten, entsteht eine große Einförmigkeit, die mit der Vielfalt etwa der mitteleuropäischen Landschaft überhaupt nicht verglichen werden kann. Die Einheitlichkeit des präkambrischen Felsgrundes, der Rumpfflächencharakter und die allgemeine, gleichmäßige Ausgestaltung dieses alten Schildes durch die Eiszeit sind die bedingenden Ursachen dieser Monotonie und Kleinräumigkeit zugleich.

Wo deshalb in einem solchen Gelände durchgehende Formen auftreten, hat man ihnen ganz besondere Beachtung geschenkt. Vor allem sind das die Bildungen und Aufschüttungen des rückweichenden Eisrandes, Längsoser und Marginalwälle, gleichsam als wollte das sich auflösende Inlandeis durch seine Aufschüttungen wieder gutmachen, was es bei seinem Vorschreiten zerstört hatte und als wollte es seine Erosionsmulden und das unruhige Hügelrelief durch Aufschüttungswälle überbrücken. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß man dann bei einer Betrachtung derartiger Formen ihre Bedeutung und Höhe überschätzt hat und Oser und Randmoränen bisweilen als bedeutende Gebirge in die

alten Karten eintrug — obwohl es in Wirklichkeit vielleicht nur ein kartigraphischer Verlegenheitsausweg war, weil man nicht wußte, wie man sonst die kleinhügelige, unübersichtliche Oberfläche Finnlands hätte darstellen und gliedern sollen. Dadurch aber, daß man diesen Bildungen bleibende Namen gab und daß man auch ihren einheitlichen Bau aus lockerem Material erkennen lernte, hielten sich diese Vorstellungen lange Zeit. Da ferner in der kleinräumigen finnischen Seen- und Waldlandschaft sich durch die Anschauung nur schwer ein weiter Überblick gewinnen läßt, konnte auch der Augenschein nicht vom Gegenteil überzeugen, umso mehr, als man den Salpausselkä hauptsächlich nur in seiner mächtigsten Ausprägung z. B. westlich von Lahti beachtete.

Jedoch hatte schon Leiviskä (1920) mehrfach darauf hingewiesen, daß die lockeren Aufschüttungen des Salpausselkä nicht weit über die Höhen des umgebenden Geländes hinausragen, daß sie sich vielmehr gerade an höhere Erhebungen des Untergrundes anschließen und sogar von ihnen überragt werden, so selbst an den Stellen, wo der Salpausselkä am besten entwickelt ist, in der Gegend von Lahti—Hollola, im Saimaagebiet, besonders auf der Insel Kyläniemi, und im ganzen Osten. Dennoch läßt sich aus Leiviskäs Profilen und Karten, die überall nur den Salpausselkä selbst umfassen, keine exakte Anschauung über die wirklichen Verhältnisse gewinnen.

Deshalb wurden die auf Tafel I wiedergegebenen Profile durch die ganze Region des Salpausselkä gezeichnet; und obwohl diese Querschnitte fast ausnahmslos an Stellen gezogen sind, wo der Salpausselkä besonders gut und plateauartig entwickelt ist, so macht man doch die erstaunliche Wahrnehmung, daß die Randmoränen keineswegs morphologisch hervortreten. Überall erreichen auch Erhebungen des Felsgrundes mindestens dieselbe Höhe wie der Salpausselkä selbst und wenn nicht an der Profilstelle, so doch im benachbarten Gelände. In Ostkarelien geht das sogar so weit, daß der Salpausselkä die niedrigeren Gebiete bevorzugt und daß seine Aufschüttungen weit unter dem Niveau der moränigen und felsigen Vaaragipfel bleiben.

In demselben Sinne schrieb Granö (1930): „Die Gebiete (1 und 5, s. Atlas von Finnland 1928), die die beiden Salpausselkäbögen umfassen, werden in erster Linie durch das Relief des Felsuntergrundes und nur in beschränktem Maße durch die mächtigen glazialen Aufschüttungen bestimmt."

Die Bedeutung des Salpausselkä kann also nicht in seinen Höhenverhältnissen liegen; denn wenn er auch die niedrigsten Gebiete seiner Umgebung um 30—60 m überragt (Schrepfer 1929;

vgl. Tabelle 4), so sind doch diese relativen Höhen für die Aufwölbungen des Untergrundes ebenso gewöhnlich. Auch die verhältnismäßig steile Hangneigung der Moränenwälle findet in mindestens ebenso steilen Felshängen ihre Entsprechung. Die topographische Bedeutung des Salpausselkä liegt vielmehr in seinem kontinuierlichen Verlauf und seinem lockeren Baumaterial. Die Formausprägung und das Baumaterial der Randmoränen aber ist, wie ich im 1. Teil der Arbeit nachzuweisen versuchte, abhängig von den Bedingungen, durch die die Marginalaufschüttungen geschaffen sind, vor allem also von der Konfiguration und der Höhenlage des Untergrundes.

Als geschlossene Bildung zieht der Salpausselkä als meist doppelte, selten dreifache Guirlande quer durch das gesamte Südfinnland von der SW-Ecke am Meere beginnend bis ins östliche Karelien. Selten nur ist der Verlauf dieser Schuttrücken unterbrochen und in der Längserstreckung zeigt das Höhenprofil nur geringe Reliefunterschiede. Die Wichtigkeit des Salpausselkä liegt gerade darin, daß er eine morphologische Leitlinie ist in dem Gewirr der Kleinformen und daß er in der vorwiegenden Längserstreckung des glazial geformten Reliefs einen verbindenden Wall darstellt, der den geographischen Faktoren eine gewisse Richtung zu verleihen vermag. Mulden überbrückend, Felsen verbindend, Seen abdämmend und Moore begrenzend wird die lockere Aufschüttung zum großen Teil wasserdurchlässigen Schuttes zugleich zu einer kulturgeschichtlich und wirtschaftlich wichtigen Linie.

Daß der Salpausselkä diese Funktion allerdings in seinen einzelnen Abschnitten recht verschieden gut erfüllt, das ergibt sich schon aus der weit voneinander abweichenden morphologischen Gestaltung der einzelnen Teile und aus dem variierenden Charakter der umgebenden Landschaften und der topographischen Verhältnisse des Felsgrundes.

Erinnern wir uns daran, daß wir in der Zone des Salpausselkä eine deutliche Bodenschwelle im finnischen Felsgerüst festgestellt haben, die quer das südliche Finnland durchzieht, und bedenken wir ferner, daß in ihr zugleich ein deutlicher Wandel in der Gletschertätigkeit sich vollzogen hat, der Übergang vom zentralen Ausräumungsland zu einem schon etwas periphereren Gebiet mit schwächerer Erosion, daß überhaupt die glazialen und postglazialen Faktoren in den proximalen und distalen Landschaften eine verschiedene Wirksamkeit entfaltet haben: Diese Bodenschwelle nun hat durch die Aufschüttung der Quermoränen eine realere Gestalt erhalten, ihre geographische Wirkung wurde

durch die aufgesetzten Dämme noch verstärkt. Denn dadurch, daß an ihnen der Eisrand längere Zeit stagnierte und dann schnell sich durch das Hinterland zurückzog, mußten an ihrer Außenseite andere Bildungen entstehen, als an der Innenseite: „Hinter der Endmoräne finden wir im allgemeinen Grundmoräne, vor der Endmoräne nach außen hin ein ebenes, vorwiegend aus sandigen Ablagerungen zusammengesetztes Gebiet, das überall die intensive Einwirkung von Wasser erkennen läßt.' (Woldstedt 1929.)

Am besten ist der Grenzcharakter in der Strecke vom Vesijärvi bis in die Gegend nördlich des Ladogasees ausgeprägt: Nördlich des Salpausselkägürtels liegt das ebene, nur ganz schwach von N nach S geneigte Seenplateau. Das Felsgerüst ist dort deutlich in der Gletscherrichtung gestreift. Tiefe und zum Teil untereinander zusammengeschlossene Furchen und Senken, die von Seen erfüllt sind, liegen zwischen unregelmäßig abgeschliffenen, aber ebenfalls in der Längsrichtung gestreckten Hügelreihen und zeugen von einer intensiven Gletscherausräumung. Dieses Erosionsrelief ist kaum durch die eiszeitlichen Sedimente ausgeglichen worden, im Gegenteil: Die Ablagerungen vergrößern eher noch die Gegensätze. Das gilt besonders von den Oszügen, die im Seenplateau allenthalben sehr häufig sind: Als kontinuierliche Rücken, oft flußartig gewunden und bisweilen zu beträchtlicher Höhe ansteigend (die Oszentren de Geers!), sind sie bis zu mehreren hundert Kilometern weit zu verfolgen. Senkrecht von der Randmoräne abzweigend begleiten sie die Seen, indem sie am Rande der Becken entlangziehen, oder sie laufen, wie das Punkaharju, mitten durch die Seen, diese teilend. Durch ihre mit der Erstreckung der Seen und Felsenzüge gleichlaufende Richtung helfen sie mit, die Streifigkeit der Landschaft noch zu erhöhen. Marine Tonablagerungen dagegen, die die Mulden hätten ausfüllen können, fehlen im Seenplateau fast ganz. Denn die marine Phase war nur kurz, das offene Meer zog sich schnell zurück und hinterließ Binnenseen in allen Senken des ebenen Plateaus, Seen, die sich wegen der fehlenden Abdachung nicht entleeren konnten. Deshalb finden sich bloßgespülte Felsen häufiger nur in tieferen Lagen an den Seerändern. Die höheren Gebiete dagegen sind mit einer meist zusammenhängenden, unveränderten Grundmoränendecke überzogen. Ebenso zeigen die fluvioglazialen Aufschüttungen der Oser frische Züge, sie haben zum großen Teil ihre ursprüngliche Form und ihr ursprüngliches Material auch an der Oberfläche erhalten können.

Fast all diese Bodenformen ändern sich südlich des Salpausselkä in der Küstenlandschaft: Ganz allmählich senkt sich das Land von den Randmoränen gleichmäßig bis zum

Spiegel des Meeres und des Ladogasees. Seen konnten sich daher weniger leicht erhalten. Auch fehlt eine bevorzugte morphologische Richtung. Das Eis war hier schon weniger aktiv und das leichte Gefälle gegen S, auf der es hinabglitt, begünstigte eine stärkere Erhaltung des Querreliefs, während wir die Längssenken der Seenplatte vermissen. Vielmehr ist die Oberfläche des Felsgerüstes aufgelöst in ein unregelmäßiges Gewirr abgeschliffener Felsbuckel und Mulden. Noch stärker ausgeprägt ist der Unterschied zu Zentralfinnland in den lockeren Aufschüttungen. Die Oser, die im Seenplateau eine beherrschende Rolle spielen, treten sehr zurück. Meist sind es daher nur kurze Bruchstücke, die zudem noch in Form und Oberfläche stark durch die Brandungstätigkeit des Meeres verändert sind. Dagegen stoßen sie gelegentlich an kleine Grundmoränenwälle, die bei kurzen Stagnationen des langsam zurückschreitenden Eisrandes gebildet wurden. Grundmoräne ist fast nirgends unversehrt erhalten: Alle Felsaufwölbungen sind vom Meere kahlgespült, nackte, gerundete Felskuppen ragen aus tieferem Gelände. An Stelle der Moräne aber erfüllen die marinen Sedimente und unter ihnen besonders die Gletschertone überall die Mulden. Auf diese Weise zeigt die ganze Küstenlandschaft bis zum Salpausselkä hin die Spuren intensiver Meerestätigkeit und erscheint wesentlich flacher und einförmiger als die Seenplatte, die nicht die starke Umgestaltung und Einebnung durch marine Kräfte erfahren hat.

Wenn so der topographische Charakter nördlich und südlich der Salpausselkäzone mannigfache Unterschiede erkennen läßt, so ist es doch schwer, eine genaue Grenzlinie zu ziehen und zu entscheiden, welchem der beiden Bögen wir die Grenzfunktion zusprechen sollen. Es ist vielmehr ein Grenzgürtel, innerhalb dessen sich der Übergang von der Küstenlandschaft zum Seenplateau vollzieht, eine schon im Untergrund vorgebildete Schwelle, an die sich die Randmoränen knüpfen. Trotzdem soll es versucht werden, die trennenden Gesichtspunkte schematisch durch eine Linie zu bezeichnen, weil die Zwischenlandschaft doch mehr oder minder deutlich dem Charakter des einen oder andern Nachbarn ähnelt: Westlich von Lahti bis etwa nach Kärkölä fällt die Landschaftsgrenze deutlich mit den Plateaus des äußeren Salpausselkä zusammen, indem südlich von ihnen fast geschlossene Tonebenen sich ausbreiten, im Norden dagegen in dem höheren, felsigen Gelände Moräne vorherrscht. Zwischen Vesijärvi und dem Saimaagebiet übernimmt dagegen mehr der innere Salpausselkä diese Stellung; jedoch dringen besonders dort, wo der Randmoränenrücken stärker unterbrochen ist, in der Gegend von Koskenniska und Jaala, auch Charakterzüge des Seenplateaus, be-

sonders in Form großen Seenreichtums bis zum äußeren Wall in der Gegend von Kouvola vor. Noch mehr ist das in der Saimaaregion der Fall, wo erst am 1. Salpausselkä die Seespiegel sich stauen und vom Saimaasee an übernimmt dann auch bis etwa zum Pyhäjärvi in Karelien die äußere Randmoräne die Grenzfunktion zwischen dem ziemlich felsigen und tonreichen Ladogaküstenland und dem moränenüberzogenen Seengebiet.

Alle bisher geschilderten Merkmale betreffen nicht den ganzen Salpausselkä sondern nur die Gebiete seiner typischsten Ausprägung von Hollola—Asikkala bis etwa zum Pyhäjärvi im Osten. Im Westabschnitt sowohl als im Nordosten herrschen wesentlich andere Verhältnisse: Wohl grenzt im Osten noch das Seenplateau proximal an den ganzen Verlauf des 2. Salpausselkä bis zum Pielisjoki, aber das Gelände außerhalb des hier allein noch bedeutenden 2. Salpausselkä hat sich grundlegend geändert. Es steigt in distaler Richtung, d. h. nach Osten und Südosten zu schwach an; und ist noch die Gegend nördlich von Sortavala charakterisiert durch einen großen Reichtum fruchtbaren Tons in den Senken und durch zerklüftete, reingespülte Felsen in einem ziemlich bewegten Gelände, so fehlen Ö und N des Jänisjärvi alle Spuren einer stärkeren Meerwirkung. Das Gebiet war supraaquatisch zum größten Teil schon damals, als es vom Eis verlassen wurde. Eine unveränderte Moränendecke überzieht also die ganze Oberfläche und gibt dem Landschaftsbild eine große Monotonie. Dazu gesellt sich eine durch Schwächezonen im Gestein bedingte, deutliche Streifung des Reliefs in der Eisrichtung, die wir ebenfalls in der südfinnischen Küstenlandschaft ganz vermissen. Die Reliefenergie ist nicht groß, aber regelmäßig wechseln in der SO-Richtung streichende, vermoorte Senken mit dazwischenliegenden, moränenüberzogenen Rücken; Seen finden sich als rinnenförmige, langgestreckte Wasserbecken in den Längsmulden. Auch osartige, fluvioglaziale Aufschüttungen und Drumlins folgen häufig dem Verlauf der Tiefenlinien. Ist doch Karelien eine der osreichsten Gegenden von Finnland überhaupt (Linkola 1916) und weil die Rinnen im Felsgrund sich auch über die Salpausselkäzone hin in die Seenplatte hinein fortsetzen, so sind durchlaufende Oszüge nicht selten, z. B. der im Akkaharju außerhalb des 1. Salpausselkä beginnende, am SW-Ufer des Suuri-Rautjärvi entlangziehende und im Punkaharju bis weit ins Seenplateau reichende, fast kontinuierliche Osrücken oder der von Jaakkina über Parikanjärvi (am 1. Salpausselkä) — Matrinjärvi — Restilahti (am 2. Salpausselkä) bis auf Landzungen und Inseln im Puruvesi verfolgbare Oszug u. a.. Diese Oser sind landschaftsverbindende Elemente. Im allgemeinen aber ist die Landschaft außerhab der Randmoränen,

die sich wohl etwas mehr der zentralfinnischen nähert, abgesehen von ihrer höheren Lage, doch noch flacher und einförmiger als das Seenplateau und es fehlen die großen Seeflächen mit den malerischen, zerklüfteten Uferlinien, es fehlen auch alle höheren Erhebungen.

Hat so der Salpausselkä auch in Ostkarelien noch Grenzcharakter, so ist das in Westfinnland zum großen Teil nicht mehr der Fall. Das erhellt schon daraus, daß dort die ganze Oberflächenbeschaffenheit stärker wechselt und daß der Salpausselkä selbst die Küstenlandschaft quer durchschneidet und am Meere endigt. Zudem sind die Randmoränen oft unterbrochen und sie knüpfen sich meist nicht mehr an eine deutliche Bodenschwelle. Die Tätigkeit des Gletschers und des Meeres erfuhr deshalb keine grundlegende Änderung im Bereich der Randmoränen: Das Eis zog sich auch nach dem 2. Salpausselkästadium ziemlich langsam zurück und stagnierte schließlich ganz, einen dritten Randwall aufschüttend, und das Meer fand in proximaler Richtung noch ziemlich tiefes Land, sodaß es auch hier bedeutende Mengen gebänderter Tone absetzen konnte. Überhaupt ist die Tonmenge im ganzen südwestlichen Finnland sowohl außerhalb als innerhalb der Randmoränen größer als sonstwo und gründet sich wohl auf die besonders starke Materialführung und Gesteinszerreibung des Eises in diesem, dem Bottnischen Eisstrom benachbarten Gebiet.

Der Salpausselkä verliert also seinen Grenzcharakter zwischen einem marin geformten Küstenland und einem von den flüchtigen Ablagerungen des Eises allein nur schwach eingeebneten Zentralgebietes: Ja, die innerhalb der Randmoränen geringere Reliefenergie (s. Prof. 1 und 2 auf Tafel I!) und die schwächere Meeresausspülung in diesen etwas höheren Gebieten begünstigte eher die breite Entfaltung von Tonebenen und wenn auch in der Salpausselkäzone als einer etwas höheren Schwellenregion stellenweise der Ton fehlt, so gibt es doch einige longitudinale, ton- und osreiche Tiefenzonen, die von der südfinnischen Küstenlandschaft zu den Ebenen des südlichen Tavastlandes und des Eigentlichen Finnland überleiten. Es sind vor allem drei solche wichtige Verbindungslinien: 1. Die Strecke von Lohja über Nummi nach Pusula und weiter an der Seenreihe von Somerniemi—Somero entlang, 2. die bedeutendste Senke, die von Hyvinkää und Hausjärvi über Janakkala nach Hämeenlinna und ins Näsijärvigebiet reicht und 3. die Linie Kärkölä—Koski—Lammi—Tuulos—Hauho. Die mächtigsten Oser Südwestfinnlands knüpfen sich an ihren Verlauf. Zwischen den durchlaufenden wichtigsten Senken gliedern noch weitere longitudinale Tiefenrinnen besonders das Gelände innerhalb der Randmoränen. Wenn auch größere Tonmengen in ihrem

Verlauf fehlen, so beherbergen sie doch auch lange Oszüge: So die Seenreihe, die von Forssa und Tammela nach SO zieht und den Kaukjärvi, Pyhäjärvi, Kuivajärvi und viele kleinere Seen umfaßt, dann die Senke des Renkajärvi und des Renkajoki, die Rinne, die vom Jylisjärvi am Vuolijoki entlang nach Hauho zieht und schließlich die lange Fluß- und Seenreihe von Mommila—Haarajärvi—Kataloistenjärvi—Teuronlampi—Tuulos und weiter Pyhäjärvi und Roinevesi.

Dennoch bezeichnen die Randmoränen oft die Grenzen kleinerer Landschaftsräume, in die der vielgestaltige Südwesten Finnlands zerfällt:

Betrachten wir zunächst den südwestlichsten Teil von der Küste bis zu der ersten erwähnten Durchgangszone von Lohja bis Somero: Dort sind drei Landschaftstypen deutlich unterschieden: Eine sehr hügelreiche, zerklüftete Küstenlandschaft im SO des 1. Salpausselkä von Hanko bis etwa nach Ojakkala, das nach S entwässernd keine breiten Ebenen aufweist und mit seinen glattgespülten Felsen und den tiefen Meeresbuchten die am stärksten marin umgestaltete Region darstellt. Eine eigenartige, etwas ebenere und tonreichere Zwischenlandschaft bildet das Gebiet zwischen den beiden äußeren Zweigen des Salpausselkä, dessen große Hauptseen, Hiidenvesi und Lohjanjärvi durch den Karjaajoki nach SW entwässern. Nördlich des 2. Salpausselkä dagegen ist das Gelände, das seine Wasser dem Kiskonjoki zuleitet, höher und felsig und Tonablagerungen fehlen. Der 2. Salpausselkä bezeichnet so in Karjalohja und Pohja nicht nur eine lokale Wasserscheide sondern auch die Trennungslinie von zwei verschiedenen Landschaften.

Das ändert sich nordöstlich der Lohja—Vihti—Somero-Zone: Die Küstenlandschaft hat südlich des 1. Salpausselkä schon breite Tonebenen entwickelt und die nackten Felsen fehlen in den küstenferneren Gebieten so gut wie ganz. Es ist bereits derselbe Landschaftstyp, den wir in einigen Modifikationen durch das ganze südliche Finnland bis in das nördliche Vorland des Ladogasees verfolgen können. Im Nordwesten bildet der 1. Salpausselkä die deutliche Grenze gegen eine recht ebene und hochgelegene Grundmoränenplatte (vgl. Profil 2 auf Tafel I), in der Tonablagerungen bis über den 3. Salpausselkä hinaus fehlen. Sehr schön können wir hier beobachten, wie die topographische Grenzfunktion und der ziemlich kontinuierliche Verlauf des 1. Salpausselkä einander gegenseitig bedingen. Andererseits verstehen wir, warum am 2. und 3. Salpauselkä überhaupt kein Wechsel im Landschaftsbild zu beobachten ist. Die Randmoränen sind überall unterbrochen, in viele Parallelbildungen aufgelöst und sie

bezeugen dadurch das unbestimmte und launenhafte Vor- und Rückschreiten des Eisrandes auf dem hochgelegenen und kaum gegliederten Plateau.

Auch dieser Raum wird jedoch bald durch die Tiefenlinie von Hyvinkää nach Hämeenlinna begrenzt. Nordöstlich von dieser Senke durchbrechen die Charakterzüge der Küstenlandschaft proximalwärts die Zone der Randmoränen und treten nun auch zwischen dem 1. und 2. Salpausselkä die Herrschaft an. Diese relativ tiefer gelegene Zwischenlandschaft von Hyvinkää—Hausjärvi bis zum Kirchspiel Hollola, die auch hydrographisch zu dem südfinnischen Küstengebiet gehört, ist wiederum sehr tonreich und höhere Felspartien wechseln mit großen und kleinen Mulden. Der 2. Salpausselkä bildet sowohl die hydrographische als die landschaftliche Grenze zu einem seen- und moränenreichen Proximalgebiet, das mehr die Oberflächengestalt der zentralfinnischen Seenplatte anzunehmen beginnt.

Der Einfluß des Salpausselkä auf die Hydrographie.

Wenn wir die Bedeutung des Salpausselkä für die topographische Gliederung der südfinnischen Landschaft zu umreißen versuchten, so haben wir der wichtigsten Funktion der Randmoränen noch nicht gedacht, ihres Einflusses auf die Hydrographie. Dieser Eigenschaft verdankt der Salpausselkä seinen Namen und sie wurde schon von den frühesten Zeiten an beachtet (s. Boehtlingk 1839).

Der ganze Seenreichtum Zentralfinnlands erscheint auf den ersten Blick durch die deutlich ins Auge fallenden Randmoränenguirlanden gestaut, umso mehr als viele Seen tatsächlich durch den Salpausselkä distal begrenzt sind und die großen, die Binnenwasserflächen nach S entwässernden Flußläufe deutliche Durchbruchstäler durch die Randrücken ausgebildet haben. So schreibt Rosberg in den Erläuterungen zu der Karte des Finnischen Seenplateaus im Atlas von Finnland 1910: „Längs der südlichen Grenze des Seenplateaus erstreckt sich die lange Endmoräne Salpausselkä und das Lojo-Os, die Wasser aufdämmend, sodaß die Seen nördlich von ihr in manchen Fällen in der W-O-Richtung langgezogene Formen annehmen."

Gegen diese Auffassung erhoben sich jedoch schon früh berechtigte Einwände; denn nirgends übertrifft die Moräne an Höhe nennenswert die Erhebungen des Felsgrundes und überall finden sich auch Stellen, wo die Randmoräne stark erniedrigt oder gar unterbrochen erscheint. So schreibt schon Sederholm (1889), daß man die Bedeutung des Salpausselkä als Wasserscheider nicht

überschätzen dürfe. „Die wirkliche Ursache zu dem Reichtum an Seen nördlich von der Moräne ist nicht die, daß sie durch diese aufgedämmt sind, sondern beruht auf dem ganz verschiedenen Auftreten der in der Eiszeit wirksamen Agentien nordseits und südseits der Moräne." 1892 führt er diese Landschaftsunterschiede in erster Linie auf die verschiedenen topographischen Bedingungen zurück: „In der Hauptsache verursacht diesen größeren Wasserreichtum im Nordteil sicher die Tatsache, daß hier das Land viel unebener ist als südlich der Randmoräne."

Im selben Sinne weist auch Granö (1930) den Bedingungen des Felsgrundes eine größere Rolle für die Seenbildung zu als den Moränenwällen (S. 38).

Wollen wir deshalb die am Salpausselkä hervortretende hydrographische Grenze umreißen, so müssen wir die ganze, breite Schwellenregion des Felsgrundes, an die gerade in Mittel- und Ostfinnland die Randmoränen geknüpft erscheinen, in die Betrachtung einbeziehen. Weil außerdem die alten Karten die Bezeichnung „Salpausselkä" in dem gleichen Sinne gebrauchten, wie „Maanselkä" und „Suomenselkä" und ihn diesen Wasserscheidenregionen gleichstellten, ist es sehr wahrscheinlich, daß man auch unter dem südlich des Seenplateaus entlangziehenden Rücken ursprünglich die ganze, breite hydrographische Grenzzone gegen die Küstenlandschaft verstand.

Die stauende Wirkung dieser ganzen Zone aber ist es in erster Linie, die sich für den Seenreichtum Zentralfinnlands als bedingende Ursache zu der fehlenden Abdachung des Gebiets und den zahlreichen präglazial vorgebildeten und vom Eis ausgeschliffenen tiefen Senken gesellt. So erscheint uns „der außerordentliche Seenreichtum der finnischen Seenplatte als Folge dreier verschiedener Ursachen, nämlich der Abdämmung, stellenweiser (glazialer) Ausschleifung (der Mulden) und Verbiegung vorzeitlicher Täler, die sich etwa von der heutigen Wasserscheide Suomenselkä zum Finnischen Golfe zogen. Wo eine dieser Ursachen zurücktritt oder in ihrer Wirkung abgeschwächt wird, hört die Häufigkeit der Seen auf." (Penck 1927.)

Finden auf diese Weise an der Innenseite der Salpausselkäzone die Seebecken Mittelfinnlands ihre Begrenzung, so überschreiten umgekehrt in der Küstenlandschaft die dortigen Flußläufe die Randmoränenregion im allgemeinen nicht in proximaler Richtung. Eine Ausnahme bilden allein die zwei größten, sehr schnellenreichen Ströme des Kymijoki und des Tuoksi, die aber als Entwässerungslinien des Seenplateaus, wie ihr Lauf und ihre Geschichte lehren, sehr jung sind. Von ihnen abgesehen ist auch heute noch der Salpausselkä eine hydrographische Grenzzone:

Im Westteil bildet sowohl der Lohjanselkä als der Karjalohjanselkä eine lokale Wasserscheide zwischen verschiedenen Entwässerungsrichtungen. Weiter nach NO zu überschreiten wohl die Oberläufe der Küstenflüsse den 1. Salpausselkä, aber hier bildet dann der 2. Salpausselkä bis zur Tiefenlinie von Hyvinkää-Hausjärvi wie die topographische, so auch die hydrographische Grenze: Der bei Helsinki mündende Vantaanjoki reicht mit seinem Entwässerungssystem bis an den 2. Salpausselkä östlich des Lopenjärvi heran. Der Mäntsälänjoki dagegen endet schon wieder vor dem 1. Salpausselkä südlich von Oitti und Lappila und der äußere Randwall bleibt auch weiterhin die Wasserscheide: Der Porvoonjoki fließt, von SW aus der Gegend von Herrala kommend, knapp an Lahti vorbei, der Forsby-Fluß entspringt südlich von Uusikylä und Kausala und ähnlich verhalten sich die kleineren Flüsse zwischen Kymijoki und Vuoksi. Östlich des Vuoksi dagegen bildet der 2. Salpausselkä die hydrographische Grenze zwischen den zum Saimaasee hin entwässernden Gebieten und dem Ladogasee: So fließt der Torsanjärvi und Simpelejärvi durch den Hiitolanjoki direkt zum Ladogasee ab und auch das Land um Kitee und Tohmajärvi und die Gegenden nördlich davon senden ihre Wasserläufe nach Süden gegen den Jänisjärvi und den Ladogasee. Nur der zwischen dem 1. und 2. Salpausselkä gelegene Pyhäjärvi im Kirchspiel Uukuniemi und Kesälahti gehört noch zum Saimaasystem und in seinem Bereich verschiebt sich vorübergehend die Wasserscheide an den 1. Salpausselkä.

Ist so lokal die Salpausselkäregion noch heute eine Trennungslinie der Entwässerungsrichtungen, so bildete sie bis in die Litorinazeit hinein die allgemeine Wasserscheide zwischen dem Finnischen und dem Bottnischen Golf: Als nach dem Höhepunkt der Ancylustransgression durch die schnelle Landhebung und das Sinken des Wasserniveaus im Baltischen Becken nacheinander die zentralfinnischen Becken und Rinnen endgültig von ihrer offenen Verbindung mit dem Meere abgeschnitten worden waren, da entwässerten die so entstandenen Binnenseen zunächst sämtlich nach Norden. Die Landhebung war dort, im Zentralgebiet der Vereisung, noch nicht so weit fortgeschritten und außerdem stellte sich gerade im mittleren Österbotten am Kalajoki und nördlich davon keine höhere Schwelle der Abflußrichtung entgegen. Jedoch stand die Landhebung in der Folgezeit nicht still und weil der Hebungsbetrag im NW, in Österbotten also, am größten war und gegen S und SO immer mehr abnahm, so trat eine allmähliche Landkippung ein: Die Inlandwassermassen verschoben ihren Schwerpunkt mehr und mehr nach Süden und überfluteten hier frisches Land, weil ihre proximalen Abflußrinnen ja immer

höher stiegen. Die stark transgressiven Wassermassen konzentrierten sich an der Schwellenregion des Salpausselkä, indem sie von dieser distalen Wasserscheide gestaut an ihren Hängen immer höher stiegen, bis sie schließlich mit gesammelter Kraft an einer günstigen, niedrigen Stelle den Stauwall im Süden durchbrachen, ihren Wassern neue Wege zum Finnischen Meerbusen eröffnend (Sauramo 1929, S. 80). Zugleich aber wurden durch diese Katastrophe die nördlichen Abflußwege trockengelegt und eine nach Süden zu fortschreitende Regression der Seespiegel konnte einsetzen. Mit diesem, in der Litorinazeit stattfindenden Ereignis verlor der Salpausselkä seine Eigenschaft als Wasserscheide und trat diesen Rang dem etwas höheren und nun durch die Landkippung auch im Norden stärker hervortretenden Suomenselkä ab. An der Entwicklungsgeschichte einiger Seensysteme sei die Reihenfolge dieser Ereignisse im Einzelnen beleuchtet:

Das Päijänne-System: Seinen ersten Abfluß fand der das Päijännebecken ausfüllende Binnensee, der etwa in der späteren Ancyluszeit entstanden war, durch den Kotajärvi—Hinkuanjoki—Haapajärvi und den Kalajoki nach dem Bottnischen Meerbusen. Tolvanen (1922), der die Entwicklungsgeschichte des Päijännesees näher studiert hat, fand in diesen Rinnen höhere Terrassen und Sandaufschüttungen, die durch den alten Wasserweg geformt waren. Durch die fortschreitende Landkippung wurde jedoch eine immer weiter zunehmende Wasserüberflutung im S und SO eingeleitet, wo an mehreren Stellen auch terrestrische Moorschichten von lakustrinen Sanden begraben werden konnten und der transgredierende Wasserspiegel sehr deutliche Terrassen, Strandwälle und Steingürtel ausbildete. Der höchste Wasserstand im Süden wurde dann erreicht, als das Wasser eben sich anschickte dort einen neuen Ausweg zum Finnischen Golf zu graben und die Abflußrinne durch den Kalajoki trockenzulegen. Das war im Höhepunkt der Litorinatransgression, oder etwa vor 6000 Jahren der Fall: Die starken Sandablagerungen und Terrassenbildungen im Kalajokigebiet (bei Autionrannankoski) hören von diesem Niveau an, wo das Meer in Österbotten etwa 80 m über dem heutigen Meeresspiegel stand, plötzlich auf, während im Finnischen Golf in demselben Niveau (hier etwa 30 m über dem Meer) die ersten mächtigen Mündungsdeltas des Kymijoki aufgeschüttet sind. Der neue Ausfluß des Päijännesees ging nach Ramsay (1926) zunächst über Rieveli—Mäntyharju—Jaala zum heutigen Kymibett und er benutzte gerade die tiefsten Teile der Wasserscheide bei Jaala und Kouvola zu seinem Durchbruch, wo zugleich der Salpausselkä ziemlich niedrig und stellenweise sogar unterbrochen ist. Der heutige Entwässerungsweg durch die

Stromschnelle von Vuolenkoski wurde erst ums Jahr 400 v. Chr. durchgebrochen (Sauramo 1929, S. 84). Dadurch aber, daß der See seinen Ausfluß in der Südostecke, dem Gebiete schwächster Landhebung also, gefunden hatte, war auch die Transgression im Distalteil beendet. Durch Austiefung des Abflußbettes sank der Wasserspiegel um einige Meter und ließ eine, besonders im Süden und Südosten sehr deutlich ausgeprägte Uferfläche des „Alt-Päijänne"-See vom Höhepunkt der Transgression kurz vor dem Durchbruch des Kymijoki zurück. Im Nordteil des Päijännebeckens, wo die Landhebung weiterhin der im S voraneilte, aber begann nach der Litorinazeit eine schnell fortschreitende Regression: Der einheitliche See wurde in Teilbecken aufgelöst, schließlich blieben im Norden in tieferen Mulden kleine Wasserflächen zurück, die nur noch durch schnellenreiche Flüsse mit dem tieferen Hauptsee im Süden verbunden sind .

In den Grundzügen finden wir denselben Entwicklungsgang auch im Saimaagebiet wieder (Hellaakoski 1923, Ramsay 1926): Der Binnensee schnürte sich etwa zur selben Zeit wie der Päijännesee vom Baltischen Becken ab und entwässerte zunächst ebenso zum Bottnischen Meerbusen. Während jedoch der Päijännesee im Westen den höheren Suomenselkä vorfand, der südlich des Kalajoki jeden Weg zum Bottnischen Busen versperrte, so stellte sich dem Saimaa im Westen keine solche allgemeine, höhere Schwelle entgegen und sein Abfluß konnte sich im Laufe der Geschichte allmählich und stufenweise immer weiter nach Süden verlegen: In der ersten Hälfte der Litorinaperiode entwässerte der alte Saimaasee durch die niedrige Schwelle zwischen dem Sorsavesi und dem Suontenselkä zum Alt-Päijänne, auch jetzt noch dem Bottnischen Golf tributär. Kurz vor dem Litorinamaximum wählte er einen neuen südlicheren Paß vom Kuolimojärvi ins Wassersystem des Mäntyharju und vereinigte sich hier mit den aus dem Päijännesee kommenden Abflüssen zu dem nach dem Finnischen Golf hin durchbrechenden Kymijoki. Um das Jahr 2500 v. Chr. fand dann der See infolge der weiteren Transgression noch weiter südlich, zwischen den beiden Salpausselkägürteln von der Savilahtibucht aus zum Myllilampi, der zum Kivijärvisystem gehört, und weiterhin zum Kymifluß einen neuen Ausweg. Während nun bei der Transgression im Päijännegebiet die Aufschüttung des Salpausselkä selbst nur eine geringe Stauwirkung ausübte, wie aus dem meist zugespitzt schon am 2. Salpausselkä endenden Verlauf der Seen hervorgeht (manche erreichen den Salpausselkä überhaupt nicht!), auf der andern Seite aber die Wasser in dem zerstückelten Gebiet von Jaala und Kouvola leicht auch bei der fortschreitenden Landkippung ihren

Weg nach Süden bahnen konnten, so bildete im Saimaagebiet der 1. Salpausselka einen richtigen Staudamm für die immer stärker transgressiven Wasser. Tatsächlich grenzt auch sowohl der Kivijärvi als der Saimaasee in breitester Front direkt an den äußeren Salpausselkä und das ganze Wasserniveau des Saimaasystems würde bestimmt um mehrere Meter erniedrigt werden, trüge man die Randmoränenaufschüttungen bis auf den Grund ab. An diesem so sich entgegenstellenden Stauwall stieg der transgressive Seespiegel immer höher empor, bis schließlich die Wasser erst zu Beginn der Bronzezeit um 1650 v. Chr. in der SO-Ecke, ebenfalls im distalsten Teil der Landhebung ihren eigenen und letzten Abfluß durch den 1. Salpausselkä im Vuoksifluß fanden. Die Randmoräne, die an dieser Stelle bei Vuoksenniska schmal ist und nur 2,3 m über den damaligen Stand des Saimaasees (= „Alt-Saimaa") hinausragte, wurde wahrscheinlich bei einem Hochwasser, vielleicht auch unterstützt durch Menschenhand, durchbrochen. In dem entstehenden, geradlinigen Durchbruchsbett tieften sich die Abflußwasser schnell ein, sodaß der Seespiegel des Saimaa ziemlich plötzlich von seinem höchsten Transgressionsniveau der „Alt-Saimaa"-Phase um 2 m sank und sich dann allmählich in der späteren Zeit noch um einen weiteren Meter langsam und schrittweise erniedrigte. Im Proximalteil der Seengruppe schritt die Regression weiter fort, und hatten sich schon vor der Alt-Saimaa-Phase (= die Zeit kurz vor dem Vuoksidurchbruch) im Norden selbständige Seen vom Muttersee losgetrennt, so wurden solche besonders nach dem Durchbruch abgeschnürt, zuerst der Salmijärvi, Syväri und Vuotjärvi, dann der Viinijärvi; schließlich wurde die ganze Iisalmi-Seengruppe in Einzelseen aufgelöst; und „diese Abschnürung dauert immer noch fort, indem sich manche Seeengen zuerst in strömende Partien und dann in Stromschnellen verwandeln." (Hellaakoski 1922.) Dadurch verkleinern sich aber heute noch die Seeflächen in den nördlichen Teilen des Seenplateaus und der ganze Seenreichtum Zentralfinnlands konzentriert sich immer stärker auf die Region nördlich der beiden Salpausselkägürtel.

Die zwei Beispiele der Päijänne- und der Saimaaentwicklung mögen genügen, um die stauende Wirkung des Salpausselkä und der darunterliegenden Felsbarriere auf der einen Seite und die Bedeutung der Landkippung zu beleuchten. Auch an andern Seen, dem Puulavesi, Höytiäien, Vanavesi und Näsijärvi (vgl. Sauramo 1929, S. 80 ff.) vermögen wir dieselbe Entwicklung zu verfolgen. Doch grenzen sie nicht an den Salpausselkä sodaß sie uns hier nicht unmittelbar interessieren.

Dagegen sei noch ein Blick geworfen auf den Verlauf und

das weitere Schicksal der zwei großen Ströme des Kymijoki und Vuoksi, die heute das gesamte, am Salpausselkä sich stauende Seenareal Zentralfinnlands entwässern. Sie zeigen alle Eigenschaften ganz jugendlicher Flüsse. Ihr Talbett ist noch kaum in die Unterlage eingeschnitten, am wenigsten natürlich in den harten Felsgrund. Daher ist ihr Lauf reich an Wasserfällen und Stromschnellen. Außerordentlich charakteristisch ist, daß ihr Gefälle an den Stellen, wo sie den Salpausselkä durchbrochen haben, selbst nicht sehr groß ist, was wir erwarten müßten, wenn die Moränenwälle allein das Hindernis gebildet hätten. (s. das schematische Längsprofil 14 des Vuoksi auf Tafel I und das Profil entlang des Kymijoki auf Tafel 13 im Atlas von Finnland 1910.) Vielmehr führen alle größeren Wasserfälle und Stromschnellen erst einige Kilometer südlich des Salpausselkä über Felsgrund hinab wie die großen Imatrafälle des Vuoksi (mit ca. 18 m Gefälle auf etwa 400 m Länge) und am Kymijoki die kräftigen Stromschnellen Mankalankoski (7,25 m), Voikka (6,60 m), Kuusankoski (9,50 m), Keltistenkoski (5,10 m) zwischen 1. und 2. Salpausselkä; Myllikoski (3,60 m), Anjalankoski (7,80 m) südlich der äußeren Umrandung und der Korkiankoski (8 m) kurz vor der Mündung. Als weiteres Merkmal der Jugendlichkeit gesellen sich aber zu dem wirtschaftlich wichtigen Schnellenreichtum der Flüsse auch ihre häufigen Flußbettverlegungen. Denn ihr Durchbruch durch den Salpausselkä brauchte naturgemäß nicht auch an einer Tiefenrinne des Untergrundes gelegen zu haben, vielmehr „benutzten ihre Wasser den zufällig tiefsten Punkt des Stauwalles und begannen hier einzuschneiden, vielleicht an ganz anderer Stelle als dort, wo die Öffnung der verschütteten Seenfurche gelegen hatte." (Penck 1927.) Dadurch aber fand das Wasser auch bei seinem weiteren Verlauf nicht immer die tiefsten Stellen und floß oft über höhere Felsenteile, wo zugeschüttete Tiefenfurchen nicht weit daneben ein besseres Flußbett abgegeben hätten. Später aber konnte der Fluß durch seitliche Erosion solche Gebiete lockeren Materials erreichen, sich hier rasch eintiefen und so in den ursprünglichen, durch die glazialen und postglazialen Sedimente verschütteten Tiefenlinien in ein neues Bett gelenkt werden. Außerdem half der rasch fließende Fluß durch seine eigenen Sedimente mit, solche Laufveränderungen herbeizuführen, ganz abgesehen davon, daß auch die fortdauernde und regional verschieden große Landhebung Veränderungen in der Abdachungsrichtung herbeiführt. Oft war es schließlich der Mensch selbst, der Landengen durchstach und so neue Abflußwege eröffnete. Das trifft z. B. für die Flußverschiebungen des Vuoksi zu, der als der jüngste und größte aller finnischen Flüsse über-

haupt am allermeisten seinen Lauf und seine Mündungen verlegte: Noch im Mittelalter schickte er eine ziemlich tiefe Abflußader über Heinjoki zur Bucht von Viipuri, während schon der größere Teil seines Wassers mehr und mehr dem Ladogasee bei Käkisalmi zuströmte. Erst dadurch aber, daß „1818 der natürliche Staudamm zwischen Suvanto-See und Ladoga-See durchstochen, 1857 der Vuoksen in den Suvanto-See geleitet und dieser dadurch zu einem Teile des Vuoksen gemacht wurde" (Schrepfer 1929), erhielt der Vuoksi seine heutige Hauptmündung im Kirchspiel Metsäpirtti nahe der russischen Grenze. Zugleich wurde durch diese künstlichen Maßnahmen der Wasserspiegel im oberen Vuoksitale um einige Meter gesenkt, was nicht nur den Abfluß zum Finnischen Meerbusen völlig absperrte (und dadurch den Bau des Saimaakanals mit veranlaßte), sondern auch den nördlichen Mündungsarm bei Käkisalmi fast zum Versiegen brachte.

Klima, Boden und Vegetation.

Scharf ausgeprägte Klimagrenzen dürfen wir auf dem flachen, einförmigen finnischen Rumpfplateau nicht erwarten. So vermögen natürlich auch die Aufschüttungen des Salpausselkä, die orographisch überhaupt nicht hervortreten, in keiner Weise eine solche klimascheidende Wirkung zu entfalten. Die Isothermen sowohl, als die Linien gleicher Niederschlagsmengen laufen quer zum Salpausselkä, sodaß in seinem Südwestteil die günstigsten Klimabedingungen herrschen mit der stärksten atlantischen Komponente und in Nordostkarelien niedrigste Jahrestemperaturen, geringe Niederschläge und merkbar kontinentale Einflüsse sich in ihren ungünstigen Wirkungen summieren.

Wenn wir aber die beiden landschaftlichen Haupttypen, die durch die Salpausselkäregion voneinander getrennt werden, Küstenlandschaft und Seenplatte, als klimatische Individualitäten betrachten, so fallen uns doch einige Unterschiede ins Auge: Das Küstenland erweist sich nämlich mit seinen häufigen Nebeln, den feuchten, unangenehmen Winden und seiner stark wechselnden Wetterlage stärker vom umgebenden Meer beeinflußt als das Seenplateau, das mehr kontinentale Züge trägt, nämlich niedrigere Temperaturen und eine längere Eisbedeckung der Seen im Winter, zum Teil höhere Wärme im Sommer und einen etwas beständigeren, wind- und regenärmeren Witterungscharakter. Doch sind für diese schwachen Unterschiede nicht die Randmoränen selbst die Ursache, sondern die allgemeinen Bedingungen des Bodens und der Lage. Ebenso aber wie der Salpausselkä im Großen wohl in der Oberflächengestalt Finnlands verschwindet, im Kleinen aber morphologisch sehr bemerkenswerte Bildungen umfaßt, so

sind seine Aufschüttungen auch auf die klimatischen Bedingungen (Mikroklima) und den Pflanzenwuchs an ihm selbst und in seiner unmittelbaren Umgebung von großer Bedeutung.

Die wichtigsten Bedingungen für ein bestimmtes Vegetationsgepräge, aber auch für das Lokalklima einer Kleinlandschaft sind die Eigenschaften des Bodens, in erster Linie sein Nährstoffgehalt und seine Durchläsigkeit, bezw.. die Lage des Grundwasserspiegels. Betrachten wir daraufhin den Salpausselkä, so vermögen wir drei Zonen zu unterscheiden, die beinahe an jeder Stelle von innen nach außen aufeinander folgen: Proximal von der Randmoräne finden wir, vor allem innerhalb des 2. Salpausselkä, wo Tonschichten fast völlig fehlen, eine vom rückschreitenden Eis hinterlassene, mehr oder minder dicke Grundmoränenschicht, die das Felsgerüst überdeckt. Aber auch wo der feste Untergrund hervorragt oder wo innerhalb des 1. Salpausselkä und besonders im Westteil Tonschichten auf älterer Moräne ausgebreitet liegen, bieten sie der Vegetation etwa dieselben Voraussetzungen eines undurchlässigen Bodens, dessen Feuchtigkeit noch durch die stauende Wirkung der Randmoränen erhöht wird. Auch der Proximalhang ist überwiegend von wenig durchlässigem Moränenmaterial gebildet, und da häufig große Felsblöcke hier auf der Oberfläche verstreut liegen und bisweilen auch Erhebungen des Felsgrundes selbst an der Formung des Proximalhanges beteiligt sind (z. B. westlich von Lahti oder auf der Insel Kyläniemi im Saimaasee), so ist die Oberfläche ebenfalls feucht und das Regenwasser fließt zum Teil schon oberflächlich ab. An sehr schmalen Teilen der Randmoränen setzt sich dieser moränige Untergrund meist auch auf den Distalhang fort, sodaß die Bodenbeschaffenheit des Salpausselkä hier überhaupt nicht merklich von der Umgebung sich unterscheidet, wiewohl das distale Oberflächenmaterial meist stärker mit Sand gemischt ist als das proximale und daher auch trockener ist.

Davon wesentlich verschieden sind die breiteren Stellen und vor allem die Plateaus auf dem Salpausselkä, wo fluvioglaziale Kiese und Sande und meergespülte Sedimente den Scheitel und den Distalhang bis tief hinein aufbauen. Oft weitgehend podsolisiert, sind diese Schichten stark wasserdurchlässig und werden so dauernd eines Teiles ihrer mineralischen Bestandteile beraubt, sodaß sie meist wenig fruchtbar und sehr trocken sind. Distalwärts gehen dann die sandigen Schichten allmählich in die fetten Bändertone über, die so gut wie überall den Salpausselkä gerade in seinen schmalsten Teilen an der Außenseite begleiten. Als ziemlich wasserundurchlässige Schichten sind sie wohl feucht, aber doch fruchtbar und durch ihre ebene Lagerung und die

Steinarmut bilden sie auch für den Anbau ein günstiges Gelände. Vor allem wird ihr Grundwasser durch keinen Wall gestaut, sondern es kann frei, der Oberflächenneigung folgend, nach Süden abfließen.

Diese Bodenverhältnisse spiegeln sich nun im Vegetationsbild wieder: Wald ist im ganzen Finnland die absolut herrschende Pflanzenformation. Auf dem Salpausselkä ist dieses Waldkleid auch heute noch so gut wie nirgends unterbrochen. Die Moräne sowohl, als in höherem Maße noch das durchlässige, sandige und kiesige Material schaffen die günstigsten Bedingungen für den Baumwuchs, sodaß der Salpausselkä in der Natur schon als dunkler Waldrücken mit meist hochwüchsigen Bäumen sich heraushebt. Doch tritt uns dieser Wald, je nach der Beschaffenheit des Bodenmaterials in recht verschiedenen Typen entgegen. Gerade diese gesetzmäßige Verteilung habituell gleichartiger Waldtypen ist charakteristisch für den Verlauf der Randmoränen:

Am meisten fällt der Wald der Kies- und Sandzone ins Auge, weil er sich am stärksten von der Umgebung abhebt. Es ist ein typischer Heidewald, in dem die Kiefer absolut vorherrscht: meist sind die Bäume ziemlich hoch, da ihre Wurzeln nicht auf Grundwasser stoßen, doch wachsen sie auf dem mageren Boden recht langsam. Unterholz fehlt in größerem Maße und Kräuter- und Grasvegetation tritt auf dem Boden fast völlig zurück neben den Reiserpflanzen aus der Familie der Ericaceen, die über eine fast zusammenhängende Moos- und Flechtendecke sich erheben. Ihrem Pflanzenbestand nach sind diese Wälder wohl, je nach der regional wechselnden Bodenzusammensetzung, dem flechtenreichsten und ertragärmsten Callunatyp, dem Vacciniumtyp oder auf fruchtbarerem Boden auch dem frischeren Myrtillustyp zuzurechnen — doch fehlen noch alle speziellen pflanzengeographischen Untersuchungen über die Waldtypen am Salpausselkä, sodaß hier nur das allgemeine Gepräge der Wälder geschildert werden kann.

Deutlich unterscheidet sich vom Heidewald die Zusammensetzung der auf Moränenboden wachsenden Wälder: Ein üppigeres Unterholz, dichter beieinanderstehende Stämme, eine stellenweise Vorherrschaft der Fichte über die Kiefer und häufiger auftretende Laubbäume, wie Birken und Erlen, charakterisieren sie. Auf dem wasserhaltigen, feuchten Boden unterbrechen auch einige Gräser und Kräuter den tiefen Moosteppich. Typologisch sind sie wohl hauptsächlich den „Frischen Heidewäldern" (= Myrtillus- und Oxalis-Myrtillus-Typ) zuzurechnen.

Die arten- und ertragreichsten Wälder aber treffen wir auf den distalen Tonflächen — soweit nicht schon die Rodung die Wälder hier zurückgedrängt hat. Eine reiche Krautvegetation,

viele Gräser und eine starke Komponente an Laubbäumen, unter denen sich gelegentlich auch edle, wärmeliebende Gehölze finden (Haselnuß, Eiche), charakterisieren diese „Hainwälder". Schneller Baumwuchs und reiches Unterholz verraten den guten Boden, auf dem sie wachsen. (Vgl. über Waldtypen und ihre Voraussetzungen: Cajander, Brenner und Linkola)

Diese Waldverteilung ist aber umgekehrt zugleich ein Maßstab für das Baumaterial des Salpausselkä: Fast allgemein finden wir auf den breiten Plateaus die lichtesten und am besten ausgeprägten Heide-Kiefernforste, die umso stärker den Heidecharakter tragen, je mehr das Oberflächenmaterial ausgespült ist, sodaß im allgemeinen die Wälder auf den niedrigeren, später auch noch vom Meere oberflächlich ausgewaschenen, fluvioglazialen Ebenheiten unterholzärmer und zugleich ertragärmer sind als auf den dauernd supraaquatischen Plateauoberflächen. Die Unfruchtbarkeit des Bodens kann an einigen Stellen, besonders in Karelien aber auch in den Küstengegenden des Finnischen Golfes, so weit gehen, daß der meist sekundär zu Dünen aufgeschüttete Flugsand überhaupt keinen Wald mehr trägt, sondern nur noch eine dürftige Heidekraut- und Flechtenvergetation beherbergt. — Am Proximalhang des Salpausselkä dagegen und an schmalen Stellen auch an seiner Distalseite, offenbart sich sehr häufig der Moränencharakter ebenfalls im Waldkleid und an breiten Rücken können wir fast immer den Übergang von den lockeren Kiefernwäldern auf der Distalseite zu den dichten, feuchten, meist besserwüchsigen Fichtenwäldern am Proximalhang beobachten. Auch Leiviskä erwähnt diesen Unterschied (1920, S. 248): „Die Pflanzenwelt ist auf trockenen Lokalitäten und Südabhängen vertreten durch die Kiefer nebst der Bodenvegetation des trockenen und unfruchtbaren Geländes, an geröllreichen und nach Norden exponierten, sowie infolge der Nähe des Felsenuntergrundes (?) feuchteren Orten durch die Fichte." Ebenso hat Leiviskä oft Hinweise darauf gegeben, daß der Salpausselkä in seinen schmalsten Teilen auch sein distales Waldkleid zugunsten feuchteren Fichten- und Laubwaldes verändert. Zum Beispiel schreibt er (S. 37) von dem schmalen Teil des 1. Salpausselkä in SW-Finnland von Lappila bis zum Beginn des großen Bogens: „Der Kamm des Oses ist dort, wo sich der Os verschmälert und wölbt . . . lediglich mit Blöcken besetzt, die vom Kamm nach den Abhängen fortsetzen. Statt Nadelwald trägt der Os an solchen Stellen gemischten Wald, Birken, Erlen und Fichten, sowie im übrigen eine üppigere Bodenvegetation." — Ebenso charakterisiert er den schmalen Teil der äußeren Umrandung bei Luumäki

als typischen Moränenrücken: „Der Scheitel ist etwas uneben und trägt außerordentlich dichten Wald."

Bemerkenswert durch ihre Vegetation sind schlielich die Grubenlandschaften der Plateaus, die durch ihre hohen, dunklen Fichten von dem lichten Heidewald der Oberflächen herausstechen und sich als feuchtere Stellen im durchlässigen Plateaumaterial zu erkennen geben.

Figur 2: Verteilung der Moore in Südostfinnland (Ausschnitt aus der Vegetationskarte 1 : 1 000 000 von Granö im Atlas von Finnland 1928, die Moore sind schwarz gezeichnet.)

Natürlich ist die Fruchtbarkeit auch desselben Baumaterials, also etwa der Moräne oder des „Ossandes", an verschiedenen Stellen des Salpausselkä durchaus wechselnd, Unterschiede, die sich hauptsächlich auf die verschiedene Gesteinszusammensetzung gründen (s. Saxen 1928, Linkola 1922). So sind naturgemäß die Wälder auf Moräne sowohl als auf dem Osschutt im Rapakivi-

gebiet viel weniger ertragreich als in Ostfinnland, wo der feinere und kalkreichere Boden auch bessere Waldtypen hervorbringen kann. — Auch dürfen wir bei der Betrachtung des heutigen Waldbestandes besonders in Karelien nicht vergessen, daß die sehr verbreitete Brandwirtschaft das ursprüngliche Waldkleid zum Teil verändert hat (s. Linkola 1916), indem die Fichte allgemein zurückgedrängt ist und mehr Unterholz und eine üppigere Bodenvegetation sich ausgebreitet hat (s. Leiviskä 1920, S. 142, 249).

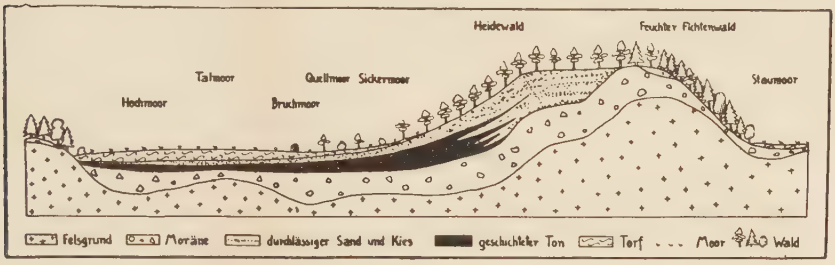
Besonders bedeutungsvoll aber ist der Verlauf des Salpausselkä für die Verteilung der Moore in seiner Umgebung. Diese lassen eine ganz bestimmte Gesetzmäßigkeit in ihrem regionalen Auftreten erkennen, die schon auf großen Übersichtskarten, etwa der Karte der Vegetationsformen und Siedlungsverteilung von Granö im Atlas von Finnland 1928 hervortritt. Den östlichen Ausschnitt aus dieser Karte zeigt Figur 2, die mir freundlicherweise Professor Auer überlassen hat: Die Moore, die mit schwarzer Farbe herausgehoben sind, häufen sich nämlich besonders in Ostfinnland ganz deutlich gürtelförmig an der Distalseite der Salpausselkäbögen, während die Zone der Randmoränen selbst als völlig moorfreier Gürtel sie proximal begrenzt. Auch auf der Innenseite reichen wieder zahlreiche Moore an die Randmoräne heran, doch sind sie hier nicht so häufig wie an der Außenseite. Klimatische Ursachen können diese Verteilung nicht bedingen. Dagegen bieten Boden- und Grundwasserverhältnisse eine ausreichende Begründung:

Auf dem Salpausselkä selbst sind die Bedingungen für eine Vermoorung nicht gegeben weil Moore einen vom stagnierenden Grundwasser stark durchfeuchteten Boden voraussetzen. Wo er schmal ist, sind seine Hänge steil und sein Scheitel ist zugespitzt, sodaß alles Wasser, selbst wenn der moränige Boden undurchlässig ist, seitlich abfließen muß. Wo er sich dagegen zu Rücken und Plateaus verbreitert, da besteht er zum größten Teil aus durchlässigem, gespültem Material, in dem das Wasser schnell versickert. Die sehr kleinen Areale flacher, in den Salpausselkä eingesenkter Grubenböden sind die einzigen Stellen, an denen ganz gelegentlich auf dem Salpausselkä selbst Moore sich finden.

Umso günstigere Bedingungen aber findet die Moorbildung am Fuße der Rücken, wo der undurchlässige Untergrund und das vom Salpausselkä herabfließende Wasser sich in ihrer Wirkung summieren. Am proximalen Fuß ist es vor allem Moränenboden, auf dem stagnierendes Grundwasser die Vermoorung eingeleitet hat. Infolge der Transgression der Seespiegel, die an einigen Stellen bis zur Gegenwart andauert, und der stauenden Wirkung der Randmoränen stieg hier der Grundwasserspiegel immer höher

und manche Wälder fielen der fortschreitenden Versumpfung anheim: ihr Boden vertorfte, die Bäume verkrüppelten, Kiefer und Birke wurden herrschend (= Bruchwald), schließlich konnten die Gehölze durch das schnell wuchernde Torfmoos überhaupt erstickt werden. Andere Moore mögen auch durch Verlandung von flachen Transgressionsseen entstanden sein und wieder andere breiteten sich erst nach der Senkung vom „Alt-Päijänne" und „Alt-Saimaa" auf das heutige Niveau auf ehemaligem Seeboden aus. Wegen der großen Unebenheit des Reliefs erfüllen die Moore jedoch immer nur kleine Senken, weil von den höheren Gebieten das Wasser abfließt und dort die Vermoorung verhindert.

Rein edaphisch und durch den inneren Bau der Randmoräne bedingt sind dagegen die oft sehr ausgedehnten distalen Moore.



Figur 3: Schema der Wald- und Moorverteilung am Salpausselkä.

In Figur 3 sind die eigenartigen Wasserverhältnisse und die daraus entstehenden Moortypen schematisch dargestellt: Darnach haben wir es am Fuße der Rücken in erster Linie mit Quellmooren zu tun; das durch die durchlässigen Sand- und Kiesschichten der Oberfläche und der Distalseite des Salpausselkä schnell durchsickernde Niederschlagswasser sammelt sich an undurchlässigen Lagen von Moräne oder Ton, die durch ihre distale Neigung das Wasser ableiten und am Fuß als Quellen hervortreten lassen, dort eben, wo die Sandschichten allmählich auskeilen. Die allgemein tiefe Lage des Salpausselkävorgeländes und vor allem auch die einebnende Wirkung der während des Haltes in den Senken abgesetzten Tonschichten, wirkten dabei zusammen, daß das am Fuße das Salpausselkä austretende Quellwasser auf eine weite Fläche als stagnierendes Grundwasser sich ausbreitete, sodaß an die noch auf schwach geneigtem Gelände auftretenden Sicker- und Quellmoore meist weite Talmoore anschließen. Auch in der Vermoorungsintensität vermögen wir eine gewisse Gesetzmäßigkeit zu erkennen: An den stärker geneigten Partien pflegen meist Bruchwälder, die an die Heidewälder des Salpausselkä anschließen, die Vermoorung einzuleiten. Das Grundwasser des Bodens ist in ihnen noch in einer deutlichen Abwärtsbewegung.

Daran schließen sich — ebenfalls noch auf schwach geneigtem Hang — Reisermoore vom Callunatyp (Cajander 1913, S. 161) an; und erst im Tale, wo das Grundwasser stagniert, finden ziemlich baumlose Weißmoore ihre Hauptverbreitung.

Jedoch nicht überall sind an der Distalseite des Salpausselkä Moore anzutreffen, z. B. fehlen sie fast ganz im westlichen Finnland, vor allem an der Außenseite des 1. Salpausselkä; aber auch im Mittelteil sind sie selten an einigen Stellen, z. B. am 1. Salpausselkä westlich von Kouvola und am 2. Salpausselkä an der ganzen Strecke von Vierumäki bis zum Anttilankangas (s. Karte 4). An andern Stellen wieder sind sie besonders häufig, so von Utti bis zum Saimaagebiet am 1. Salpausselkä (= im Rapakivigebiet s. Auer 1936!) und im ganzen Ostteil beider Bögen, wie Figur 2 zeigt. Das scheint ganz bestimmte Gründe zu haben, die in erster Linie von der Formausprägung des Salpausselkä sich herleiten: Der Salpausselkä ist nämlich fast überall dort, wo wir die Moore vermissen, schmal und moränenartig; das gilt sowohl für den Westteil, als in erhöhtem Maße noch für die Partien westlich und östlich von Jaala. Daneben scheint auch die starke Reliefenergie des Geländes, wie südwestlich des Anfangsteils des 1. Salpausselkä, die Ausbreitung von Mooren zu verhindern. Umgekehrt aber liegen die besonders stark vermoorten Niederungen fast ausnahmslos an der Distalseite breiter Rücken oder großer Plateaus. Die Strecke zwischen Utti und Lappeenrante ist ein sprechendes Beispiel dafür. Umso mehr dürfen wir eine solche gesetzmäßige Beziehung annehmen, als die Moore in diesem Abschnitte, wie Karte 5 zeigt, gerade südlich des Kivijärvi in der Umgebung von Luumäki fast ganz aussetzen, also in dem Bereich, wo der Salpausselkä schmal und moränenartig entwickelt ist und wo auch sein Scheitel nicht den typischen Heidewald der breiten Rücken trägt. Ein großes Moor schließt sich nach der fast moorlosen Strecke von Jaala an das Anttilankangas distal an (siehe Karte 4). Ein solches begleitet auch den Distalrand des Plateaus von Taipalsaari und vor allem ist der fast kontinuierliche Moorgürtel an der Außenseite des Salpausselkä im ganzen Ostteil abhängig von den Sandfeldern der Distalseite, die fast nirgends unterbrochen sind. Einen Ausschnitt aus dieser Moorzone bringt die Karte 3 aus der Gegend von Onkamo, wo der höhere, hügelige Moränenrücken, der Heidegürtel auf der Distalseite und die daran anschließenden Moore gut zu unterscheiden sind.

Die Ursache für dieses Verhalten ist darin zu suchen, daß nur in den breiten Teilen des Salpausselkä die für die Entstehung der Moore wichtigen Grundwasserverhältnisse herrschen. Der allmähliche Übergang der Hangneigung in den flachen Grund des Vor-

landes, die Durchlässigkeit des Oberflächenmaterials und das Austreten von Quellen am Fuße, wo die Sandschichten auskeilen, sind wohl ebenso notwendige Voraussetzungen für die Entstehung der Moore, wie das sterile, sandige Material, das auch am Grunde noch in dünner Schicht die fruchtbaren Tone verhüllt. Denn „die Mehrzahl der Torfmoore gedeiht am besten auf unfruchtbarem Boden." (Atlas von Finnland 1928. — Deshalb ist z. B. auch das Rapakivi-Gebiet besonders moorreich.) An schmalen Moränenteilen dagegen sind die Hänge meist steil, das Vorgelände ist oft stärker kupiert und die fruchtbaren Tonschichten reichen in den Mulden bis unmittelbar an den Fuß der Randbildung heran, ohne von Sand verschüttet zu sein. Das Wasser aber fließt auf dem undurchlässigen Grund oberflächlich ab, größere Quellen fehlen, sodaß meist auch die Feuchtigkeit nicht für die Moorbildung ausreicht. Wo trotzdem lokale Vermoorung auch an der Distalseite schmaler Randmoränenpartieen eintrat, sind es meist nur hainartige Bruchwälder, die zum Teil schon entwässert und für die Kultur gewonnen sind — sofern es sich nicht überhaupt um Gegenden handelt, wo infolge der hohen Lage die Tonschichten fehlen: Das ist zum großen Teil im östlichen Karelien der Fall. Eine kuppige Grundmoränenlandschaft grenzt dort an die seltenen, schmalen Randrücken, die sich in ihren Grundwasserverhältnissen nicht von den übrigen Landesteilen unterscheidet.

All die variierenden Bedingungen des Bodens, der Lage, der Grundwasserverhältnisse und des Pflanzenkleides beeinflussen schließlich das Lokalklima am Salpausselkä. Auch dieses läßt eine ganz charakteristische, zonale Gesetzmäßigkeit erkennen:

Beginnen wir wiederum am proximalen Fuß der Randmoräne, so sehen wir dort alle ungünstigen Witterungsfaktoren sich häufen. Wir befinden uns auf der den kalten und niederschlagsreichen Nord- bezw. Nordwestwinden offenen Seite, während der Wall den milden Südwinden den Zutritt verwehrt und besonders beim niedrigen, winterlichen Sonnenstand lange Schatten wirft. Aus den feuchten Wäldern und vor allem aus den häufigen Mooren steigen kalte Nebel und die nassen Gründe sind selbst im Sommer bisweilen empfindlichen Nachtfrösten ausgesetzt. Nicht viel besser ist der Proximalhang gestellt, der wohl etwas trockener ist, aber noch weniger Sonnenschein empfängt. Eine Wandlung tritt erst auf der Oberfläche und vor allem auf den Distalhängen der breiten Randmoränenpartieen ein: Es ist die Sonnenseite, geschützt auch vor kalten Nordwinden. Der Boden ist im allgemeinen trocken, sandig: so erwärmt er sich am Tage stärker, kühlt sich aber nachts auch mehr ab als der feuchte Moränenboden und durch das viel lichtere Waldkleid dringen die

wärmenden Sonnenstrahlen besser ein als am dichtbewachsenen N- und NW-Hang, sodaß der Tageslauf der Temperatur gleichsam mehr kontinentale Züge zeigt. Schließlich sind diese höher gelegenen Partien auch geschützt vor den Nebeln und den tückischen Nachtfrösten. — Windschutz und Sonnenlage haben die distalen Tonflächen, die oft an die schmalen Moränenwälle anschließen, mit den Heidehängen gemeinsam. Die Moore dagegen, die die sandigen Plateaus und Rücken außen begleiten, sind klimatisch kaum besser gestellt als die proximalen Senken: Feuchte Hitze brütet an heißen, windstillen Sommertagen über den weiten, oft baumlosen Weißmooren und Schwärme von Stechmücken fallen über jeden Besucher her. In den Nächten aber steigt feuchter Nebel auf, der an kühleren Tagen überhaupt nicht völlig von den Mooren weicht; und weil im Frühjahr der Boden erst spät auftaut, so stellen sich die ersten Frühlingsblumen viel später ein als auf den trockenen Sandhängen.

Obwohl es sich hier nur um kleine Unterschiede in der allgemeinen Witterung handelt, die durch Meßmetboden kaum zu erfassen sind, so waren diese doch in hohem Grade maßgebend für die Besiedlung der Menschen und für die Anlage von Kulturland. Denn Sonnen- und Schattenseite, Nebel und Nachtfrost beachtet der Mensch mehr als die allgemeinen und nur statistisch gewonnenen Zahlenwerte von Jahrestemperatur und Niederschlagsmenge.

Kulturgeschichtliche Bedeutung des Salpausselkä.

Besiedlung:

Da sich Finnland erst sehr spät vom Eise befreit hat und noch später mit seinen wichtigsten Teilen aus dem Meere aufgetaucht ist, hat erst der Mensch des spätesten Mesolithikums das Land in Besitz genommen. Aus der Ancyluszeit stammen die ältesten Funde Südfinnlands (Netzfund von Antrea in Südkarelien und Eishacke von Kyrkslätt nordwestlich von Helsinki) von einer Fischer- und Jägerbevölkerung, die von Süden über den Karelischen Istmus und wohl auch am Nordrand des Ladogasees entlang eingewandert war und die sich im südlichen Karelien und im westlichen Uusimaa (Nyland) konzentrierte (s. Äyräpää 1933). Damals, wo große Teile der heutigen Küstenlandschaft noch unter dem Meeresspiegel lagen, zum mindesten aber durch große Meeresarme getrennt waren, bildete der Salpausselkä den wichtigsten Einwanderungsweg, der sicher vorher schon, kurz nach dem Eisrückzug, von Pflanzen und Tieren als Einzugsstraße aus den hochgelegenen Teilen Ostfinnlands und vom Karelischen Istmus her benützt worden war. Diese höhere, kontinuierliche

Landbrücke, die meist von lichtem, unterholzarmem Kiefernwald bewachsen war und durch Seen und Moore nicht unterbrochen wurde, bot sich schon von selbst als natürliche Straße an und wahrscheinlich hat der Salpausselkä auch durch seinen Verlauf die Wanderungsrichtung beeinflußt und die Bevölkerung an sein Südwestende gelenkt. Als Jäger und Fischer wohnten diese steinzeitlichen Menschen fast ausschließlich am Rande des Wassers. Ihre Wohnplätze folgten dem sich zurückziehenden Meer, sodaß die höchstgelegenen zugleich die ältesten Kulturen bezeichnen — ja es konnten sogar die verschiedenen neolithischen Kulturperioden, die charakterisiert sind durch besondere Stileigentümlichkeiten der Kammkeramik, bestimmten litorinazeitlichen Strandlinien zugeordnet werden (Hyyppä 1935).

Bei dieser vorwiegenden Küstenbesiedlung (s. auch Sauramo 1929, S. 98 ff.) dürfen wir daher am binnenländischen Salpausselkä doch nur wenig Wohnplätze erwarten. Immerhin aber bot er auch dem steinzeitlichen Menschen schon einige günstige Möglichkeiten: Der sandige und geröllige Boden der Distalseiten wurde gerne für die Ansiedlung benutzt, da er warm und trocken an der windgeschützten Sonnenseite lag und weniger dicht vom Wald bestanden war. Außerdem mochte der Wild- und Beerenreichtum der Wälder und die Tatsache, daß wohl die zusammenhängenden Queroszüge natürliche Wanderwege für manche Wildarten, besonders für Elch und Renntier, darstellten (Ailio 1909), die nomadisierenden Jäger angelockt haben.

Besonders aber waren es die Berührungsstellen des Salpausselkä mit Gewässern, die auch von einer dauernden Ansiedlung aufgesucht wurden (Hossola 1931), die Orte also, wo Land- und Wasserwege zusammentrafen und wo auch der Fischreichtum eine wichtige Quelle des Nahrungserwerbes bot[1]). Tatsächlich finden wir dort auch die meisten steinzeitlichen Wohnplatzreste. Ein solches Gebiet war das Westende des Salpausselkä, wo das Meer, das damals noch um einige Zehner von Metern höher stand als heute, in tiefen Buchten die weit vorspringenden Randmoränenhalbinseln begleitete. Die Funde in den Kirchspielen Karja, Lohja und Karjalohja deuten auf eine dichtere Besiedlung. Sonst sind am Salpausselkä nur noch an zwei Stellen steinzeitliche Funde geborgen worden, im Kirchspiel Hollola am Vesijärvi und östlich von Lappeenranta bei den Bauarbeiten des Saimaakanals in der Nähe des Saimaastrandes (Ailio 1909). Beide zeigen, daß sich

[1]) Diese Eigenschaft teilt der Salpausselkä mit den Längsosern, sowohl seinen kontinuierlichen Verlauf und sein distales, lichtes Waldkleid als seine häufige Berührung mit angrenzenden Wasserwegen, sodaß beide, Oser und Salpausselkä, oft in derselben Richtung die Ansiedlung und die kulturellen Faktoren beeinflußt haben.

die Besiedlung gerade an einen Kreuzungspunkt des Salpausselkä mit einem fischreichen Seebecken geknüpft hat. Daneben müssen wir aber wohl annehmen, daß auch andere Stellen schon besiedelt waren, so besonders die Durchbruchstäler der großen Flüsse durch die Randmoräne, des Kymi und nach seiner späteren Entstehung sicher auch des Vuoksi, die, besonders fischreich, zugleich auch Wege nach Süden an die Küste eröffneten. Ist es doch nicht unwahrscheinlich, daß Menschen am Ende der Steinzeit und in der Bronzezeit an der Entstehung des Kymidurchbruchs von Koskenniska und des etwas älteren Vuoksenniska N von Imatra aktiv beteiligt waren.

Handelt es sich bei der steinzeitlichen und großenteils auch bei der bronzezeitlichen Bevölkerung um nomadisierende Jäger und Fischer, die hauptsächlich am Wasser ihre wechselnden Siedlungen anlegten, so ging der Mensch der Eisenzeit an eine intensivere Bearbeitung des Bodens; und hatten sich schon vorher die Siedlungen deutlich in den fruchtbaren Gegenden konzentriert, in Südwestfinnland und am unteren Vuoksi (s. Lukkala 1919), so wurden in der Folgezeit nun vor allem die Bodenverhältnisse zum entscheidenden Faktor für die Siedlungsverteilung. Von dieser Zeit an drang die Landnahme stärker in das Innere vor, Wald wurde gerodet und später wurden auch ertragreichere Moorgegenden entwässert, Dörfer entstanden, in weitem Umkreis um eine Kirche geschart und es kristallisierte sich allmählich das Siedlungsbild heraus, das uns heute entgegentritt. Die Siedlungsdichte und die Lage der Hofplätze ist dabei ein deutliches Spiegelbild der Bedingungen, die die Ertragfähigkeit des Bodens und die Verteilung des Waldes und der Gewässer zu bieten vermochte.

Wenn wir nach diesen Gesichtspunkten die Verbreitung des Ackerlandes, Ertragfähigkeit des Bodens und Siedlungsdichte auf den verschiedenen Karten verfolgen (Taloudellinen Kartta 1:100 000), so vermögen wir deutlich eine Häufung aller günstigen Faktoren im südwestlichen Finnland zu beobachten, wo das maritimste und wärmste Klima, das völlige Fehlen größerer Moore und ein tiefer, fruchtbarer Tonboden die besten Vorbedingungen schufen. Im nordöstlichen Karelien haben dagegen im entgegengesetzten Sinne der kalte, kontinentale Witterungscharakter, eine bedeutende Vermoorung und das Fehlen der Tonebenen gerade die ärmsten und dünnstbesiedelten Gebiete Südfinnlands hervorgebracht — eine Verteilung also quer zur Richtung des Salpausselkä, die wir schon in Klima- und Vegetationskarten beobachtet haben und die lehrt, daß der Salpausselkä im Großen auch auf die kulturellen Faktoren keinen Einfluß hat. Dennoch prägt sich in diesem so von West nach Ost sich wandelnden, allgemeinen Siedlungsbild

der Verlauf der Randmoränen als begünstigte Linie aus, die Siedlung und Anbau in ihrem Umkreis in bestimmte Bahnen gelenkt hat: Angebautes Land findet sich auf den Randmoränen selbst in Mittel- und Westfinnland so gut wie gar nicht. Da, wo sie schmal und aus Moräne gebildet sind, fallen die Hänge meist steil ab und sowohl die zu große Neigung als die starke Steinbestreuung machen jeden Ackerbau dort unmöglich: Aber auch die breiten Plateaus sind samt und sonders ungerodetes Waldland oder gar einst abgebrannte Sandheiden geblieben. Doch nicht nur am Salpausselkä selbst, auch an seiner Proximalseite zieht sich besonders innerhalb des 2. Salpausselkä ein meist mehrere Kilometer breiter Streifen vollkommen unangebauten Wald-, Moor- und Seenlandes entlang, in dem auch die Siedlungen so gut wie fehlen. Auf der, aus den Wirtschaftskarten 1 : 100 000 zusammengestellten Übersichtskarte 4 des 2. Salpausselkä von Vierumäki bis zum Anttilankangas ist das sehr schön zu erkennen. Die feuchte Grundmoränenschicht, die in dem stark felsigen und seenreichen Gebiet nirgends von Ton überdeckt ist, vermag gerade hier, wo das granitische Gestein die Mineralarmut und die Grobkörnigkeit des Bodens noch erhöht, kein ertragreiches Ackerland abzugeben. Vor allem aber sind an der von der Sonne abgewandten und den kalten Winden zugänglichen Nordseite die klimatischen Bedingungen ausgesprochen ungünstig und tückische Nachtfröste würden sehr oft den Ertrag erwarteter Ernten zunichte machen.

Die Ungunst des Klimas aber teilen die feuchten, proximalen Moränenböden mit den Senken, die sich nach außen hin an die dürftigen Heidewälder der Plateaus und der breiten Sandrücken anschließen: Auch hier, wo stagnierendes Grundwasser fast regelmäßig große Moore hervorgebracht hat, vermissen wir jeden nennenswerten Anbau.

Dort dagegen, wo der Salpausselkä niedriger und schmal ist und wo die Tonschichten bis unmittelbar an seinen Fuß heranreichen oder oft wohl auch an seinen Hängen emporsteigen (an Stellen also, wo keine größeren Schmelzwässer Schutt herbeigefrachtet haben und wo sekundär vom Meer umgespültes feineres Material und Schlick die Oberfläche bedeckt), da boten sich für den Anbau besonders günstige Bedingungen. Besonders in früheren Jahrhunderten bevorzugten die bäuerlichen Siedlungen diese Süd- und Südostseiten schmaler Salpausselkäteile: Die von der späteren Meerestätigkeit abgeflachten Hänge sind weniger feucht und der mehr mit Sand vermischte, lehmige Boden ist leichter zu bearbeiten. Er eignete sich schließlich auch besser als der schwere Tonboden für die in früheren Jahrhunderten allgemein verbreitete Brandwirtschaft. Daraus erklärt es sich, daß noch vor einigen Jahr-

zehnten (Linkola 1922) die am Salpausselkä gelegenen Kirchspiele Hollola, Asikkala und Nastola viel dichter besiedelt und angebaut waren als die Landschaften weiter im Süden, obwohl in letzteren die fruchtbaren Böden großer Tonebenen weiter verbreitet sind. Die Bauern scheuten sich vielfach vor den frostreicheren und schweren Böden des Haintypus und legten ihre Äcker lieber auf leichterem und etwas weniger ertragreichem Boden an. Erst in den letzten Jahrzehnten ging der Anbau auch stärker in die tiefen Gebiete, wo die Bodenbearbeitung wohl mühsamer ist und Entwässerung voraussetzt, wo aber der Ertrag mindestens ebenso reich ist als an den sandigen Hängen. So hat z. B. das Kirchspiel Orimattila südlich des 1. Salpausselkä erst in der jüngsten Zeit dieselbe Bevölkerungsdichte wie Hollola und Asikkala erreicht und ist zum großen, wohlhabenden Landwirtschaftskirchspiel geworden.

Ein besonders sprechendes Beispiel für die starke Entfaltung von Siedlungen und Ackerland an der Distalseite schmaler und moränenartiger Salpausselkäteile ist die auf Karte 4 dargestellte Strecke des 2. Salpausselkä westlich und östlich von Jaala:

Schlagartig nehmen hier die Ackerbauinseln nach der völlig unbebauten und siedlungsarmen Zone nördlich der Randmoräne gerade am Südhang des Salpausselkä ein weites Areal ein, sodaß man bis ins Einzelne aus der Verteilung des bebauten Landes bereits den Verlauf der Randmoräne ablesen kann. Noch stärker wird die Richtung des Salpausselkä durch den Siedlungsstreifen markiert, der fast kontinuierlich dem Distalabfall folgt; denn die Höfe suchen natürlich besonders gerne die höheren, trockeneren Hangteile auf, die, an der Sonnenseite gelegen, auch weniger von Nachtfrösten betroffen werden.

Ein ebenso lehrreiches Beispiel dieser Abhängigkeit ist die auf Karte 6 dargestellte schmale Stelle des 1. Salpausselkä südlich des Kivijärvi, wo die Moore plötzlich zurücktreten, die die breiten fluvioglazialen Terrassen im Westen und Osten begleitet haben, und wo das bebaute Areal dafür stark anwächst. Hier liegt auch das einzige, ziemlich große Kirchdorf dieses Abschnittes, Luumäki.

Im westlichen Finnland fehlen die Moore an der Außenseite des Salpausselkä fast ganz und da der Rücken meist schmal ist und weil reiche Tonebenen ihn säumen, so sind auch besonders dicht besiedelte und gut angebaute Gebiete in seiner Nachbarschaft anzutreffen, während er selbst als Waldrücken aus dem schon stark gerodeten Gelände sich heraushebt. In Südwestfinnland ist aber kaum die Siedlungsarmut, die die Proximalseiten im Mittelbogen charakterisiert, zu spüren, weil Tonsedimente, besonders in den küstennahen Gebieten, auch die proximalen Landschaften bedecken. Der Waldgürtel des Salpausselkä erscheint dann mehr als

Trennungslinie der diesseits und jenseits gelegenen Äcker. Nur am 2. Salpausselkä vom Beginn bis etwa nach Karjalohja und fernerhin am 1. Salpausselkä zwischen Otalampi und Hyvinkää entfaltete sich der größeren topographischen Bedeutung dieser Teile entsprechend auch schwach der Charakter einer Grenzlinie zwischen einem wohlangebauten Landstrich an der Distalseite und den dünn besiedelten, ärmeren, proximalen Waldgebieten. Im übrigen tritt der Salpausselkä, wie in der Morphologie, so auch für die Besiedlung als wirksamer Faktor stark in den Hintergrund neben den bedeutsameren longitudinalen Tiefenlinien, an deren Oshänge und Tonebenen eine besonders dichte Besiedlung und ein ertragsreicher Ackerbau sich knüpfen (s. S. 80). Im Ostteil des Salpausselkä schließlich kehren sich im Zusammenhang mit der Änderung der morphologischen Züge auch die Anbauverhältnisse um. Die Distalseite des Salpausselkä ist, wie wir schon aus der außerordentlich reichen Entfaltung der Moore entnehmen können, so gut wie siedlungslos, an die Proximalseite grenzen oft große Seen; so sind vor allem die höheren, moränigen Teile Ansatzpunkte eines bescheidenen Anbaus. Hier, in dem breiten Hügelgelände der Randmoränen selbst, konzentriert sich streifenförmig die spärliche Siedlung in diesen wenig fruchtbaren, moorreichen Gegenden, auf den Höhen, die niemals vom Meere ausgespült (Sauramo 1929, S. 92), einen etwas besseren Moränenboden aufzuweisen haben als die Senken und die anschließenden sterilen Heiden. Eine größere Vegetabilität des feinkörnigen, glimmerreichen Moränen- und „Os"-materials hat vor allem in einigen Zonen gerade am Salpausselkä die Siedlung konzentriert, so in den Gegenden von Kitee bis Kiihtelysvaara und von Uukuniemi, in den Kirchspielen also, wo auch das Auftreten besserer Waldtypen (Linkola 1922, Leiviskä 1920) auf einen fruchtbareren Boden hindeutet.

Aber nicht nur die Bodenverhältnisse, sondern auch andere Gründe müssen eine Rolle spielen für die Anlage von Einzelhöfen, Dörfern und Märkten auf dem Salpausselkä selbst oder auf seinem Distalabfall. Einige Ursachen sind schon erwähnt worden: die Lage an der Sonnenseite, die Erhebung des Geländes aus den feuchten, frostreichen Gründen und der Schutz vor kalten Nord- und Nordwestwinden. Dazu gesellt sich ferner, daß der lichtere Wald der Distalseiten leicht zu roden ist und infolge der Hochwüchsigkeit der Bäume auch sehr gutes Bauholz liefert. Vorzüglichen Bausand findet man ebenfalls in unmittelbarer Nachbarschaft. Schließlich ist das Vorhandensein von Trinkwasser eine wichtige Voraussetzung der Siedlungen (Aulamo 1926, Hossola 1931); denn wohl ist das Grundwasser in Tonebenen und Moränengründen leichter zu bekommen, aber es ist oft schlecht und wenig rein. In dem lockeren

Schutt der Distalseiten wird das Wasser dagegen gut filtriert, es ist frisch und wohlschmeckend, wenn auch die Brunnen in den höheren Hangteilen ziemlich tief gebohrt werden müssen. Daneben finden sich aber auch in tieferen Hangpartieen reichliche Quellen, die eine Brunnenbohrung unnötig machen.

Der wichtigste Grund für die Entstehung von Siedlungen an den Randmoränen aber ist ihre überragende Bedeutung für den Verkehr. Die kontinuierlichen Rücken, in deren Längsstreckung die Höhenunterschiede geringer sind als überall in der Umgebung, boten sich zu allen Zeiten als Kommunikationswege in der Querrichtung von Ost nach West und von West nach Ost an, die umso wichtiger sind, als sonst alle andern Leitlinien des Verkehrs, die Seen und die Flüsse sowohl als die Längsoser, quer dazu verlaufen, der allgemeinen, von der Tektonik und der Eiserosion vorgezeichneten N—S- bezw. NW—SO-Richtung folgend. Das völlige Fehlen trennender, unwegsamer Moore auf den Rücken selbst und nicht zuletzt die Trockenheit und das lichtere Waldkleid der sandigen Distalseiten machten den Salpausselkä für die Menschen der frühesten Kulturperioden schon zu einem der wichtigsten Wanderungs- und Handelswege. Als vollends richtige Straßen an die Stelle von Waldpfaden traten, da lieferte auch das kiesige Material, das allenthalben am Salpausselkä sich findet, den besten Straßenschutt für ihren Bau (s. Bochtlingk 1839).

Tatsächlich knüpfen sich auch die bedeutendsten, westöstlichen Wege, soweit sie sich zurückverfolgen lassen, an den Salpausselkä. Auf den von Wallin (1893) mitgeteilten Straßenkarten aus der Schwedenzeit sehen wir bereits im 16. Jahrhundert die zwei binnenfinnischen Querstraßen im Mittelteil der beiden Salpausselkäbögen entlangziehen, die südliche von Viipuri über Lappeenranta bis gegen Lahti und Hollola, um sich dann weiter nach Hämeenlinna fortzusetzen; und parallel zu ihr eine zweite, die zunächst von der südlichen Straße westlich von Lappeenranta abzweigt und dem 2. Salpausselkä bis gegen Vierumäki hin folgt, wo sie sich mit der von Lahti nach Heinola und weiter nach Savonlinna ziehenden Straße vereinigt.

Zu Beginn des 17. Jahrhunderts ist dann nur noch die südliche, günstigere der beiden Straßen eingetragen und das ist auch auf der Karte vom Jahre 1809 der Fall. Doch hat sich nun neben diesen großen Landstraßen allmählich eine Reihe von kleinen Verbindungswegen und neuen Hauptstraßen herausgebildet, die auch andere Teile des Salpausselkä in das Wegnetz einbezogen haben: So finden wir einen Lokalweg von Lappeenranta bis zum Simpelejärvi, der dem äußeren Randmoränenzug folgt, und in Südwestfinnland führt auf dem Lohjanselkä von der Landspitze Hankoniemi an bis an die Südostseite des Hiidenvesi eine Straße entlang.

In der Russenzeit gewannen die Querstraßen nun auch für militärische Zwecke eine stärkere Bedeutung, so vor allem die Straße, die von Petersburg kommend die beiden wichtigsten Garnisonsstädte Südfinnlands, Lappenranta und Hämeenlinna verband.

Das heutige Straßennetz hat schließlich fast alle Teile des Salpausselkä einbezogen: Die bedeutendste Querstraße des ganzen südlichen Finnlands folgt auch heute noch fast kontinuierlich dem Verlauf des 1. Salpausselkä von Lahti bis zum Vuoksiausfluß, um von dort weniger scharf an die äußere Umrandung angelehnt bis Simpele zu führen und östlich von der Savobahn dann den 2. Salpausselkä als Damm zu benützen. Sie verbindet die fruchtbaren Ackerbaugebiete Südwestfinnlands mit den Industriezentren am Vuoksi (Imatra), vermittelt den Verkehr zwischen der Landeshauptstadt und Karelien und dem östlichen Seenplateau (= die Landschaft Savolax) und sie führt schließlich auch die Fremden zu den Naturschönheiten der Imatrafälle, des Punkaharju, nach Savonlinna und Sortavala. Am 2. Salpausselkä des Mittelbogens finden wir die schon aus dem 16. Jahrhundert bekannte Straße wieder, die von Asikkala bis Savitaipale sich erstreckt und hier durch das Vordringen des Saimaasees unterbrochen wird. Auch sie folgt, wie wir aus dem Ausschnitt auf Karte 4 entnehmen können, bis ins Einzelne dem Verlauf des Salpausselkä, doch hat sie mehr lokale Bedeutung.

Dasselbe gilt für die Straßen des Westabschnittes, die nur Distriktsverbindungswege darstellen. Dagegen knüpft sich an die äußere Randmoräne eine wichtige Durchgangsstraße von Hanko über Lohja und Hyvinkää nach Hämeenlinna, bezw. nach Lahti, die jedoch nur in ihrem Anfangsteil bis Nummela kontinuierlich auf dem Lohjanselkä verläuft. Sonst gehen in SW-Finnland die wichtigsten Durchgangsstraßen quer zum Salpausselkä durch die schon erwähnten, osdurchzogenen und gut besiedelten Tiefenrinnen, wie etwa die Straße von Helsinki über Hyvinkää nach Hämeenlinna und Tampere.

Beinahe noch wichtiger als für die Straßenverteilung ist der Verlauf des Salpausselkä für die Anlage von Eisenbahnlinien: Die einzige, durchgehende Querbahn des südlichen Finnland folgt dem 1. Salpausselkä von Hanko über Hyvinkää—Lahti—Kouvola bis nach Lappeenranta und ihre Fortsetzung bis zum Simpelejärvi und ihr Anschluß an die dort nach NNW ziehende Savobahn ist fast fertig gestellt. Selbst die Schienenverbindung der Küstenstädte wählt diesen Umweg über den Salpausselkä, sodaß man also beispielsweise von Helsinki aus erst nach Norden und sogar schwach nach Westen über Hyvinkää fahren muß, um nach Kotka oder

Viipuri zu gelangen; das macht es verständlich, daß die Linie von Hyvinkää nach Lappeenranta, bezw. nach Viipuri die am meisten befahrene Bahnstrecke von ganz Finnland darstellt. Im Ostabschnitt fehlt wohl noch eine kontinuierlich dem Salpausselkä folgende Bahn, doch sucht auch die Karelische Eisenbahn von Sortavala nach Joensuu wiederum den Endteil des Salpausselkä bei Tohmajärvi und Onkamo auf, um an ihm Kiesmaterial für seine Dämme und Schienenwege zu entnehmen.

Wenn wir so die geschilderten Verkehrswege, Straßen und Eisenbahnen, in Südfinnland vergleichend betrachten, etwa auf den neuen Wegkarten über Finnland, so vermögen wir in ihnen nicht nur den Verlauf der Salpausselkäbögen deutlich wiederzufinden, sondern mehr noch: ihre Verteilung ist auch ein Maß für die morphologische Bedeutung und die Kontinuität der Randmoränen selbst. Die Vereinigung der großen Hauptstraße und der wichtigsten südfinnischen Eisenbahn auf dem Mittelbogen des 1. Salpausselkä in seinem ganzen Verlauf von Lahti bis zum Südufer des Saimaa-Sees bezw. bis Simpele (s. auch den Kartenausschnitt von Kouvola bis zum Saimaasee auf Karte 5!) charakterisiert diesen Abschnitt zugleich als die geschlossenste und morphologisch bestentwickelte Strecke der ganzen Randmoränen überhaupt. Die Bahnlinie von Hanko nach Lahti, die im südwestlichsten Abschnitt von der einzig wichtigen Querstraße begleitet wird, läßt auch das geographische Übergewicht des 1. Salpausselkä im Westbogen über die jüngeren, inneren Randwälle erkennen, an deren unterbrochenem Verlauf selbst durchgehende Lokalstraßen oft fehlen. Umgekehrt beweist das Überspringen der karelischen Hauptstraße vom 1. Salpausselkä zum 2. im Bereich der Savobahn, daß von hier an der innere Randmoränenwall den äußeren morphologisch übertrifft und daß jener auch die Kommunikationslinien anzuziehen vermocht hat.

Deshalb ist der Salpausselkä gerade so besonders wichtig, weil er eine Brücke schlägt zwischen den nordsüdlichen Verkehrslinien und diese untereinander verknüpft. Längsoser sowohl als langgedehnte Seen, die Träger von Land- und Wasserstraßen, stoßen an seinen Verlauf: Das Saimaa- und das Päijänne-Wassersystem und durch die Bahn von Hämeenlinna nach Hyvinkää auch das Näsijärvigebiet sind auf diese Weise im Süden verkehrsgeographisch zusammengeschlossen. Andererseits haben folgende, durchgehenden Straßen und Bahnen, die von der südfinnischen Küste ausstrahlen, eine Querverknüpfung erhalten: Die Linie Helsinki bis Turku (Abo), die Strecke Helsinki—Tampere, die Straße Porvoo—Lahti, die Bahn Kotka (= wichtigster Holzausfuhrhafen) —Mikkeli—Kuopio, Saimaakanal, die Bahn Petersburg—Käki-

salmi—Savonlinna, die Straße Sortavala—Savonlinna und die Bahn Sortavala—Joensuu. Im Einzelnen ist die Bahn meistens auf tieferen Terrassen oder selbst am Fuße des Salpausselkä angelegt, während die Straßen auch höhere Hangteile oder die Oberfläche der Rücken selbst aufsuchen. An den größeren Plateaus vor allem laufen die Wege fast regelmäßig am ebensten und grubenärmsten Distalrand (z. B. zwischen Vierumäki und Jaala am 2. Salpausselkä) oder auch auf den höchsten Terrassenflächen des Distalhangs entlang: So folgt die Hauptstraße von Lahti nach Vainio und Maavehmainen auf weite Erstreckung hin der breiten Terrassenfläche von B III. Auch auf dem höheren Plateau von Hyvinkää liegt die Straße in diesem Niveau. Besonders aber wird das ebene Distalplateau von Z gerne aufgesucht: Das ist z. B. östlich von Utti der Fall, wo dieses distale Niveau, fast ohne auszusetzen, den etwas höheren Kamm des 1. Salpausselkä begleitet und sowohl die Landstraße als (zwischen Kaipiainen und Taavetti) auch die Eisenbahn aufnimmt (s. Leiviskä 1920, Karte XIII und XIV). Kerzengerade und völlig eben laufen hier die Schienen oft mehrere Kilometer weit dahin, ein sonst in Süd- und Zentralfinnland völlig ungewohntes Bild, und von den gewundenen und zum Teil schlechten Straßen der Küstenlandschaft mit ihrem ewigen Auf und Ab herkommend, ist man erlöst, wenn man endlich die gerade, ebene und trockene Straße auf dem Salpausselkä erreicht hat.

Diese glückliche Verkehrslage des Salpausselkä begünstigte naturgemäß die Anlage und das Wachstum von Siedlungen in seinem Bereich. Denn nicht nur die großen Straßen und Eisenbahnen ziehen an ihm entlang, auch kleine Ortsverbindungswege und Fahrstraßen, die zu den Feldern in den tieferen Partien, zu Waldschlägen oder zu Kiesgruben und Steinbrüchen führen, und schließlich geradlinige Waldschneisen sind in besonders dichtem Netz auf den Rücken ausgebildet und erleichtern die Ausnützung aller wirtschaftlichen Möglichkeiten im Umkreis der Salpausselkä-Siedlungen.

Siedlungen entwickelten sich vor allem an den Schnittpunkten des Salpausselkä mit den longitudinalen Kommunikationen der Oser: Hyvinkää und Vierumäki sind Beispiele dafür. Und noch wichtiger sind die Partien, wo Tiefenrinnen und Seebecken an die Randmoräne grenzen: Wasser- und Landwege stoßen aufeinander und häufig ist der Salpausselkä an diesen Stellen schmal und niedrig und fruchtbare distale Tonschichten begünstigen auch den Ackerbau. Oft waren es, wie Aulamo (1926) betonte, zuerst die Kirchen, die an solchen Stellen angelegt wurden. Denn diese suchten vor allem gerne höhere, trockene Punkte auf, die die Niederungen überragten und wo auf dem Wasser sowohl als zu

Lande die Kirchgänger leicht sich versammeln konnten. „Und da in der Umgebung der Kirche oft Taglöhner, Arbeiter, Kaufleute und Beamte sich niederließen, so bildete sich hier bald ein Siedlungsmittelpunkt", der sich rasch vergrößerte. Die Ebenheit und Trockenheit der Bauplätze und die günstige Beschaffungsmöglichkeit des Baumaterials, von Holz sowohl als von Kies und Sand, ließ schnell eine Ansammlung von Häusern um die Kirche entstehen. Unterkunfts- und Gasthäuser an der wichtigen Wegkreuzung gesellten sich dazu. So wurde der Kirchplatz zugleich ein Handels- und Verbrauchszentrum, zu dem die Landbevölkerung von allen Seiten herbeikam, um ihre landwirtschaftlichen Erzeugnisse zum Verkauf zu bringen und sich mit Gebrauchsgegenständen zu versorgen. Die Ebenheit des Scheitels eignet sich oft vorzüglich für die Anlage von Marktplätzen und indem nun auch Schulen, Banken, Genossenschaften, Post und Telefon- und Telegrafenzentrale sich hier festsetzen und Versammlungsplätze und -häuser von Vereinen aller Art entstehen (Jugendverein, Bauernverein, Arbeiterverein, Suojeluskunta (= Schutzkorps) und Sportvereine), wird allmählich ein Marktflecken aus einem solchen besonders begünstigten Siedlungszentrum, das bis zur Stadt anwachsen kann (s. Aulamo 1926). Dort vor allem werden Städte entstehen können, wo ein großer Bahnhof, als Knotenpunkt mehrerer Linien, und zugleich ein wichtiger Binnenseehafen mit einem ausgedehnten Hinterland einen wichtigen Umschlageplatz für Waren bezeichnen. Lagerhäuser und Büroräume von Handels- und Transportgesellschaften werden gebaut und oft entstehen auch Industrien, die die aus dem Landesinnern kommenden Rohprodukte, in erster Linie das Holz der unerschöpflichen Wälder, verarbeiten oder auch Betriebe, die die Bedürfnisse der umliegenden Landbevölkerung an Nahrungs- und Genußmitteln, Kleidungs- und Haushaltungsgegenständen etc. decken sollen. Das sind vor allem Sägewerke, Möbelfabriken, Papier- und Zellulosefabriken; aber auch Brauereien, Milchverwertungsbetriebe, Gärtnereien, Textilfabriken. So wird schließlich auch ein Industriemittelpunkt aus dem Verkehrs- und Handelszentrum. Endlich liefert der Salpausselkä selbst die Rohstoffe für manche Industrien: als wichtigstes das Holz, das aus den hochwüchsigen und zusammenhängenden Wäldern der Rücken leicht auf den guten Wegen und Straßen zum Verarbeitungsort transportiert werden kann. Daneben erlangen Kies und Sand wachsende Bedeutung: Als Wegschutt und Schotter für den Eisenbahnbau werden sie auch weiter transportiert an solche Stellen, wo diese Bodenarten fehlen, andererseits dienen sie zur Einebnung von Plätzen und Industrieanlagen. Der Sand wird bei dem Übergang zur Steinbauweise für die Mörtelbereitung

in immer größeren Mengen entnommen. Auch für die Zementfabrikation wird das lockere „Osmaterial" verwendet und der gerollte Kies bildet den begehrtesten Rohstoff für Betonbauten. Endlich aber liegen die größten Ziegelfabriken Südfinnlands an der Distalseite der Salpausselkägürtel (Sauramo 1929, S. 49), wo die warwigen Sedimente den Ton und der Salpausselkä selbst den Sand für die Ziegelbereitung liefern.

Vielleicht der wichtigste Faktor für die Anlage von Fabriken am Salpausselkä und in dessen Umgebung ist die günstige Lage zu den Energiequellen. Kohlen kommen bekanntlich in ganz Finnland nicht vor — umso wichtiger aber sind die „weißen Kohlen", die Wasserkräfte der jugendlichen Ströme. Erst vor ein paar Jahrtausenden haben Vuoksi- und Kymifluß die Salpausselkäregion durchbrochen und führen nun in noch unausgeglichenem Lauf die gesamten, an dem höheren Fels- und Moränenriegel gestauten Wassermassen des Seenplateaus nach S dem finnischen Meerbusen zu. Ihre hohen Stromschnellen, die sie in der Salpausselkäregion oder südlich von ihr ausgebildet haben, liefern bei dem Wasserreichtum dieser Flüsse ganz bedeutende Kraftmengen, die, zum größten Teil in elektrischen Strom umgewandelt, die Industrieanlagen der Umgebung betreiben und ein weites Gebiet mit Licht versorgen. Als sehr begünstigender Faktor für die technische Ausbeutung kommt die fast konstante jährliche Wasserführung dieser beiden Ströme dazu: Denn die Seen sind große Ausgleichs- und Speicherbecken, sodaß die Wassermenge der Flüsse selbst in Überschwemmungs- und Trokkenzeiten eine fast gleichbleibende ist. So schwankt die jährliche Wasserführung des Vuoksi bei Imatra nur zwischen 500 und 600 cbm/sec und der Kymijoki befördert in der Hochwasserzeit nur eine etwa dreimal so große Wassermenge wie bei Niederwasser, während bei den Küstenflüssen Österbottens die Hochwassermenge die Niedrigwassermenge oft über das Zwanzigfache übertrifft. Auf Tabelle 5 ist dieser große Unterschied und die Abhängigkeit von dem Seenprozentsatz des Entwässerungsgebiets sehr deutlich zu erkennen.

Nach der Darstellung im Atlas 1928 betragen die Kraftvorräte des schnellenreichen Oberlaufs des Vuoksi, dessen Mittelwassermenge die größte in ganz Finnland ist, mit den Imatrafällen etwa 468 000 PS, von denen 110 000 PS (= über 20 %) nutzbar gemacht sind. In Imatra ist nicht nur das größte finnische Elektrizitätswerk, das Süd- und Ostfinnland mit Strom versorgt, sondern in großzügigen und neuzeitlichen Anlagen wird dort nun auch in elektrolytischem Verfahren das finnische Kupfererz

von Outokumpu verhüttet, das früher in ausländische Hüttenwerke gewandert ist (erst seit 1936!). Der Kymi vermag etwa 234 000 PS Energie zu liefern und bereits 30 % oder 71 000 PS sind praktisch ausgewertet. Hier sind es vor allem Papier- und Zellulosefabriken, die am ganzen Kymi entlang die verschiedenen Stromschnellen nutzend die aus Zentralfinnland herausgeflößten Holzvorräte verwerten.

Tabelle 5.

Wasserstand, Entwässerungsgebiet und Seenprozentsatz des Kymi, Vuoksi und Karjaajoki im Vergleich mit dem Kemi- und Kalajoki (nach dem Atlas von Finnland 1928):

Flußgebiet	durchschnittlicher Höchstwasserstand cbm/sec	durchschnittlicher Mittelwasserstand cbm/sec	durchschnittlicher Niedrigwasserstand cbm/sec	Entwässerungsgebiet qkm	Seenprozentsatz im ganzen Entwässerungsreal
Vuoksi (beim Ausfluß aus dem Saimaa)	623	546	463	60 220	20,8%
Kymi (bei Kalkkinen)	315	199	117	26 136	20,6%
Karjaajoki (bei Landsbro)	47,4	19,9	10,7	1 975	9,7%
Kemijoki (bei Taivalkoski)	2 318	540	138	51 400	ca. 1,4%
Kalajoki (Österbotten)	259	24	1,6	3 018	—

Zu der wirtschaftlichen Bedeutung des Salpausselkä aber gesellt sich eine kulturelle, die ebenso die Siedlungen in seinem Verlauf vergrößern hilft: Schulen entstehen gerne an dieser Verkehrsader, besonders an den Knotenpunkten mit Längslinien, und an die Schulen knüpfen sich Bibliotheken und landwirtschaftliche Fortbildungskurse, die alle einen weiteren Menschenzuzug auf solche Stellen lenken. Die gesunde Wohn- und Aufenthaltslage am trockenen Salpausselkä hat sicher ihre Errichtung begünstigt. Noch mehr ist die hygienische Bedeutung (vgl. Hossola 1931) der warmen, geschützten Distalhänge (auch gute Quellen sind meist in der Nähe!) für die Erbauung von Krankenhäusern, Sanatorien und Erholungsheimen maßgebend gewesen.

Die sportliche Betätigung findet ebenfalls reichliche Möglichkeiten am Salpausselkä: Im Winter ist er ein beliebtes Skigelände, wo die verhältnismäßig hohen und wechselnd steilen Hügelrücken, die tiefen Gruben auf der Oberfläche und der Proximalseite der Plateaus und das lichte Waldkleid zum Geländeskilauf verlocken. Hat doch der Salpausselkä bei Lahti als Schauplatz der finnischen

Skimeisterschaftskämpfe schon über die Grenzen des Landes hinaus einen bekannten Namen bekommen. Im Sommer ist es ein geeignetes Trainingsgelände für Marsch- und Laufübungen. Besonders aber treffen wir auf den breiten und ganz ebenen Scheitelflächen der Plateaus viele Sportplätze. Bei dem sandigkiesigen und durchlässigen Untergrund und der ebenen Bodenoberfläche ist ihre Anlage nur mit geringen Kosten verbunden und so gibt es am Salpausselkä nicht nur allenthalben Rasenspielplätze sondern auch größere Rennbahnen mit allen Anlagen für leichtathletische und turnerische Kämpfe, Tennisplätze und Eissportflächen im Winter. Solche große, neue Sportplätze sind in Hyvinkää und Lahti angelegt und in Vierumäki am 2. Salpausselkä ist sogar eine moderne Sportschule eingerichtet. Ebenso häufig sind Schießstände.

Die großen, ebenen Plateauoberflächen, die zum Teil abgeholzt sind, geben die größten Exerzierplätze des Landes ab, ich brauche nur an den weiten militärischen Übungsplatz westlich von Lappeenranta zu erinnern. Zwischen Kouvola und Utti ist im Sommer regelmäßig auf dem distalen Zirphaea-Plateau ein militärisches Zeltlager errichtet und auf derselben sehr weiten und ebenen Terrasse liegt bei Utti auch ein Militärflughafen. Daher sind auch mehrere wichtige Garnisonen am Verlauf des Salpausselkä entstanden: in Lahti, Kouvola, Vierumäki, Lappeenranta u. a.. Lappeenranta, das an dem Schnittpunkt der Nord-Südlinie (Petersburg) Viipuri—Saimaasee und der west-östlichen Salpausselkästraße gelegen ist, war noch in der Russenzeit Festung, die heute allerdings bedeutungslos geworden ist.

Nicht zuletzt ist die überragende strategische Bedeutung des Salpausselkä die Ursache, daß man auch von militärischen Gesichtspunkten aus ein gesteigertes Augenmerk auf seinen Verlauf gerichtet hat: Straßen und Bahnen sind die bedeutendsten westöstlichen Transportwege und zugleich die wichtigsten Vorstoß- und Rückzugslinien. Außerdem geben sie gute Lagerplätze ab. Auf höheren Rücken findet die Artillerie geeignete Beobachtungsstellen und in dem lockeren Material sind leicht Deckungen, Gräben und Unterstände aufzuwerfen. Denn wie in vergangenen Kriegen viele Kämpfe am Salpausselkä stattgefunden haben (so erst 1918 beim finnischen Befreiungskampf gegen die Roten, z. B. Gefechte bei Hyvinkää und später bei Lappeenranta), so wird er auch bei zukünftigen militärischen Operationen eine Rolle spielen, zumal er in der Richtung der politischen Spannungslinien verläuft, senkrecht also zur russischen Front, von der Finnland allein eine militärische Gefahr droht.

Als letztes ist der Salpausselkä ein Mittelpunkt des Fremden-

verkehrs, ein beliebter Aufenthaltsort für den Sommer und ein gern besuchtes Wander- und Erholungsgebiet. Die gesunde Wohnlage, der schöne, unermeßliche Wald der Rücken mit häufigen malerischen Ausblicken auf tieferes Land und auf weite Seeflächen machen ihn ebenso anziehend, wie die Ufer der an ihn grenzenden Seen, die als Bade-, Ruder- und Angelplätze den Fremden Zerstreuung und Erholung bieten. Manche besonders schönen Ausflugsplätze auf dem Salpausselkä selbst oder in seiner Nähe locken jährlich einen bedeutenden Fremdenstrom an: So die Umgebung von Lahti mit dem malerischen Vesijärvi und Südfinnlands höchstem Berg, dem Tiirismaa. Oder die schmale Stelle zwischen Päijänne- und Vesijärvi-See. Schließlich liegen auch die besuchtesten Reiseziele des südlichen Finnland, Imatrafälle und Punkaharju in unmittelbarer Nähe der Randmoränen und Autoreisende sowohl als solche, die mit der Bahn dorthin kommen, müssen am Salpausselkä entlangfahren.

Im Einzelnen nun alle Dörfer und Städte aufzuzählen und zu beschreiben, würde zu weit führen. Es ist auch nicht die Aufgabe dieser Arbeit, die nur die Grundzüge und beherrschenden Gesichtspunkte aufzeichnen möchte. An einigen Beispielen sei jedoch beleuchtet, wie Lage und Form des Salpausselkä überall die Ansiedlung beeinflußt haben. In der Küstenzone sind der Lohjanselkä und der innere Karjalohjanselkä sehr dicht besiedelt. Ein Kirchdorf folgt dem andern und regelmäßig sind die Kirchen, die Mittelpunkte der Gemeinden, auf dem Salpausselkä oder an seinem Rand gelegen: Am 1. Salpausselkä Ekenäs (Tammisaari), Karis (Karjaa), Lohja; am 2. Bromarf, Tenala, Pohja, Karjalohja und Sammatti, Orte, die zugleich an Meeresbuchten oder Seen stoßen. Bei Ekenäs z. B. quert die tiefe Meeresbucht Pojo viken die Randmoräne und Pohja liegt am innersten Winkel dieser Bucht am 2. Salpausselkä. Zugleich suchen die Siedlungen meist die schmalen Teile des Salpausselkä auf, so Bromarf, das im Norden und Süden von Meeresbuchten eingeengt ist. Die Dörfer sind hier überall sehr alt, hat man doch in Karja, Lohja und Karjalohja selbst Reste steinzeitlicher Wohnplätze entdeckt. Eine besonders bevorzugte Lage hat Hanko (Hangö) an der weit ins Meer hinausragenden Landzunge des 1. Salpausselkä, die den Schärengürtel überbrückt und so in der klimatisch begünstigten Südwestecke Finnlands einen vorzüglichen, auch im Winter leicht vom Eise frei zu haltenden Hafen hat entstehen lassen: Im Winter, wo Helsinki, Kotka, Viipuri u. a. vom Eise gesperrt sind, ist Hanko neben Turku (Åbo) der einzige offene Hafen Finnlands überhaupt, im Sommer ist es ein beliebter Badeort.

In dem nun nach Nordosten folgenden, küstenferneren Ab-

schnitt fehlt eine solche deutliche Bevorzugung des Salpausselkä. Es sind keine großen Seen mehr entwickelt und die Randmoränen selbst verlieren ihren hervorragenden und kontinuierlichen Charakter, was besonders für die inneren Bögen gilt. Erst Hyvinkää hat sich wieder an der Kreuzungsstelle des Salpausselkä mit der wichtigsten Tiefenlinie gegen Hämeenlinna und Tampere zu einem größeren Marktflecken entwickeln können: Es ist der bedeutendste Eisenbahnknotenpunkt des südwestlichen Finnland der Bahnen Hanko—Lahti—Viipuri und Helsinki—Hämeenlinna—Tampere, zugleich industrieller und kultureller Mittelpunkt (Wolle- und Seifenfabrik, Mittelschule, Gärtnerschule, Taubstummen- und Blindenschule, Erholungsheim).

Im Mittelbogen sind die größten Siedlungen, die Städte Lahti und Lappeenranta, an den Endpunkten der beiden ausgedehntesten Seensysteme entstanden: Lahti liegt an der schmalen Stelle des Salpausselkä am Südende des Vesijärvi, der durch einen Kanal auch mit dem Päijänne-See verbunden ist. Als aufstrebender Verkehrsknotenpunkt (hier zweigt die neuerbaute Bahn nach Vierumäki von der Hauptstrecke ab) und als Industriestadt mit Möbel-, Bier-, Mineralwasserfabriken und mechanischen Werkstätten ist seine Einwohnerzahl in wenigen Jahrzehnten auf fast 22 000 Einwohner gewachsen und sie vergrößert sich jetzt noch mit fast amerikanischer Schnelligkeit: Weite Siedlungen mit schnell errichteten Holzhäusern, neuen Schulen und Geschäften sind im Osten der Stadt im Entstehen begriffen und dennoch herrscht bei dem rasch steigenden Bedarf an Arbeitern, Angestellten und Ingenieuren noch Wohnungsnot. Im Westen der Stadt steht auf dem Salpausselkä seit einigen Jahren der größte finnische Sender mit hohen, weithin sichtbaren Masten. Ein Sportstadium liegt in dessen Nähe und eine Sprungschanze und die Skilanglaufstrecke locken auch im Winter Sportbegeisterte und Zuschauer bei den Wettkämpfen aus dem ganzen Lande an.

Eine ähnliche Bedeutung hat Lappeenranta für den Osten, das, auf der schmalen Brücke zwischen zwei breiten Plateaus gelegen, vor allem durch die Anlage des Saimaakanals nach Viipuri als Umschlagehafen des riesigen Binnenwassergebietes eine Rolle spielt. Daneben beherbergt es chemische Fabriken (Schwefelsäurebetrieb, Düngemittel- und Mineralwasserfabrik), Sägewerke, eine große Garnison, das finnische Zentralgefängnis und etliche Schulen. Dennoch muß es als Industriestadt mehr und mehr zurückstehen neben den stark aufstrebenden Orten am Kymi- und Vuoksifluß, die als große Holztransportströme an ihren Wasserfällen vor allem sehr wichtige Holzverarbeitungsbetriebe entstehen ließen: Sägewerke, Papier- (die größte von ganz Finn-

land liegt in Kuusankoski am Kymijoki zwischen den beiden Randmoränen), und Zellulosefabriken.

Auch die kleineren Siedlungen zwischen den beiden Städten knüpfen sich häufig an den Salpausselkä, vor allem ihre, durch die Kirche bezeichneten Zentren, so Nastola, Kouvola (große Holzlager am Kymifluß) und Luumäki (s. Karte 5) und immer liegen sie an schmalen Teilen, während die breiten Plateaurücken ziemlich frei sind von Siedlungen.

Der 2. Salpausselkä, der auch im Mittelteil eine viel geringere Verkehrsbedeutung hat als der 1. Salpausselkä, hat keine große Märkte oder Städte hervorbringen können, dagegen häufen sich reiche Dörfer und Einzelhöfe gerade in den guten Anbaugebieten östlich und westlich vom Kirchdorf Jaala (s. Karte 4), das selbst einen land- und forstwirtschaftlichen Mittelpunkt darstellt. In Ostfinnland folgen die sehr zerstreuten Siedlungen im allgemeinen dem Verlauf der wichtigsten Straßen: So ist der 1. Salpausselkä bis zum Kirchspiel Parikkala entlang der Hauptstraße deutlich stärker bevölkert als der verkehrslose und unzusammenhängende 2. Salpausselkä, dessen Waldgebiete fast menschenleer sind. — Mit dem Übergang der Hauptstraße auf die innere Randbildung konzentrieren sich umgekehrt die Siedlungen von Kesälahti an immer mehr am inneren Wall, der nunmehr auch morphologisch den äußeren weit überflügelt. Die Dörfer liegen hier meist auf den höchsten Moränenteilen, wo der Anbau günstigere Bedingungen findet. Doch haben sich auch in Ostkarelien, ähnlich wie in Südwestfinnland, stärker die durchlaufenden NW-SO-lichen Oser und Senken zu den Leitlinien der Siedlung ausgebildet, denen die Straßen sowohl, als die lokalen Seen und Flüsse folgen.

Am Endpunkt der inneren Randmoräne endlich ist zwischen dem Salpausselkä und dem Jaamankangas wiederum eine Stadt entstanden: Joensuu. Es liegt nahe der Mündung des ansehnlichen Pielisjoki in das Saimaa-Seengebiet, wo große Holzmassen aus dem östlichsten Karelien herangefrachtet werden. Zugleich wird hier dieser westöstliche Verkehrsweg von der großen ostfinnischen Straße vom Ladogasee (Viipuri und Sortavala) nach dem Pielisjärvi und nach Sotkamo und der Eisenbahn Sortavala—Nurmes—Oulu gekreuzt. In dieser günstigen Verkehrslage ist Joensuu zum landwirtschaftlichen Marktort und zum Verwaltungszentrum des dünn besiedelten und ärmlichen Nordkarelien geworden; nennenswerte Industrie hat sich jedoch nicht entwickeln können. So macht auch die Stadt mit ihren zu breiten, holprigen Straßen und den niedrigen, grauen Holzhäusern einen etwas trostlosen Eindruck und nur an Markttagen füllen sich die Straßen und Plätze mit Leben.

Der Salpausselkä als Landschaftsgrenze.

(Zusammenfassung.)

Wenn wir rückblickend und zusammenfassend die Bedeutung des Salpausselkä im Landschaftsbild des südlichen Finnland zu umreißen versuchen, so stellen wir fest, daß die geographischen Faktoren an ihm eine Änderung erfahren. Es sind aber nicht so sehr die lockeren, eiszeitlichen Aufschüttungen selbst, die diesen Wechsel bedingen, als vielmehr der ganze Komplex von Ursachen, deren Zusammenwirken der Salpauselkä zum Teil selbst seine Entstehung verdankt: Die Konfiguration des Untergrunds, der geschichtliche Ablauf des Eisrückzuges und die Dauer und Tiefe der spät- und postglazialen Meeresbedeckung haben diesseits und jenseits der Randmoränenzone verschiedenartig sich ausgewirkt und dementsprechend sind auch die Gelände- und Gewässerformen, Bodenbeschaffenheit, Pflanzendecke, Anbau und Besiedlung innerhalb des Salpausselkä andere als außerhalb. Überall freilich ist diese Grenzfunktion nicht klar ausgeprägt und es gilt die Regel, daß dort, wo der Salpausselkä selbst am eindrucksvollsten und besten gestaltet ist, wo ein zusammenhängender Wall und breite Plateaus schon im Landschaftsbilde auffallen, auch der Grenzcharakter am deutlichsten in Erscheinung tritt.

Das ist vor allem im Mittelteil der Fall, in der Strecke also zwischen Hollola im Westen und der Savobahn im Osten: Außerhalb des Randmoränengürtels liegt die südfinnische Küstenlandschaft, innerhalb das Seenplateau. Das Küstenland ist gegen das Meer hin orientiert — Abdachung und Flußrichtung weisen es dorthin — und vom Meere empfängt es auch seinen unbeständigen, windigen und feuchten Witterungscharakter. Seen und durchlaufende Oszüge sind selten. Dagegen finden sich weite, fruchtbare Tonebenen, die als Ackerbaugebiete eine flächenhafte und ziemlich dichte Besiedlung tragen. Aus ihnen ragen oft bloßgespülte Felsenhügel heraus, die teilweise nur von Flechtenvegetation oder spärlichem Wald überzogen sind. Auch das Waldkleid der stark ausgespülten und umgelagerten, lockeren Aufschüttungen aus Moränen- und Osmaterial ist wenig produktiv. Im Ganzen ist Südfinnland also Ackerbau- und neuerdings auch Industrieland. Der Handel beschränkt sich im wesentlichen auf die Küstenstädte.

Das Seenplateau dagegen ist typisches Waldgebiet: Die kaum ausgespülte Grundmoränenschicht sowohl, als die Böden der großen, weithin zu verfolgenden Oszüge eignen sich sehr gut dafür. Klimatisch machen sich schon stärker kontinentale Einflüsse geltend, obwohl natürlich die Binnenwasserflächen etwas ausgleichend wirken müssen. Gegen 20 % des Areals werden von Seen eingenommen, die in ihrer Nordsüderstreckung zugleich eine deutliche Streifung des Reliefs verursacht haben und die, abwechselnd mit den longitudinalen Oszügen, Wasser- und Landwege ganz in dieser Nordsüdrichtung ausgerichtet haben. Die Besiedlung ist sehr dünn und punktförmig an gelegentlichen, kleinen Ackerbauinseln oder an schmalen, vom Verkehr begünstigten Seeengen entwickelt. Holzwirtschaft ernährt die meisten Bewohner. Industrie fehlt. Selbst Sägewerke sind in dem an Wasserkräften armen, flachen Seenplateau selten. Dagegen ist die kuppigere Landschaft mit den weit verzweigten Seeufern, mit ihren großen Wasserflächen und den zahllosen Inseln viel anmutiger als die einförmige, vom Meer stärker eingeebnete Küstenlandschaft. Zwischen beide Landschaftstypen knüpft sich nun gerade an die trennende Bodenschwelle, teilweise durch sie bedingt, die Grundmoränenaufschüttung und stellt so ein Übergangsgebiet dar, das durch seine Querorientierung sowohl zum richtungslosen Küstenland als zum Seenplateau im Gegensatz steht und das zugleich die Längslinien Zentralfinnlands abschließt und sie untereinander verbindet. Auch Anbau und Siedlung sind streifenförmig jeweils am Südrand der Wälle konzentriert und, wenn auch für ganz Finnland die zerstreute Siedlungsweise charakteristisch ist, so drängen sich doch die Höfe in den Dörfern, die am Salpausselkä gelegen sind, enger zusammen als südlich und nördlich davon. Auf den Rücken selbst dagegen zieht ein nur selten unterbrochener Waldstreifen entlang und zwischen die Siedlungszone und den Waldgürtel schieben sich dort, wo die Aufschüttungen sandig und breit sind, ebenfalls in der Querrichtung ausgedehnte Moore. Vor allem aber hebt sich die ganze Grenzzone durch ihre Verkehrsbedeutung und neuerdings auch durch die industriellen Unternehmungen in ihrem Bereich als eigener Landschaftstyp heraus mit einer deutlichen Ostwestorientierung aller geographischen Faktoren.

Die geschilderten Landschaftszüge ändern sich im Ostteil und im Südwestabschnitt und zwar in beiden Fällen in Richtung einer Abschwächung der Grenzfunktion des Salpausselkä, eine Erscheinung, die wiederum parallel läuft mit einem morphologischen Zurücktreten der Wälle selbst.

In Karelien bleibt wohl das Gepräge der zentralen Seenplatte,

die vom 2. Salpausselkä begrenzt wird, dasselbe, wenn auch die Wasserflächen, vielfältige Arme und Buchten des Saimaasystems, ein noch größeres Areal einnehmen als am Nordrande des Mittelteils. Dagegen hat sich in distaler Richtung die Landschaft grundsätzlich geändert: Die Beziehung zum Meere, selbst zum Ladogasee fehlt fast völlig. Die moränenbedeckte Oberfläche, die ohnehin schon höher liegt, steigt noch gegen Südosten an. Kleine Seen und ausgedehnte Moore liegen in den streifenförmigen, longitudinalen Senken und die Rücken dazwischen sind mit Wald überzogen. Ton kam überhaupt nicht zur Ablagerung; deshalb sind hier Rodungsinseln noch seltener als im Seenplateau und weite Gebiete sind menschenleer. Nur an den Oshängen liegen gelegentlich kleine, arme Dörfer. Eine noch geringere Bedeutung haben naturgemäß diese klimatisch ungünstigen Grenzgebiete gegen Rußland für den Verkehr.

So kehren sich in Ostfinnland die Verhältnisse um und der Salpausselkä hebt sich als einziger dichterer Siedlungsstreifen heraus, indem sich Dörfer und kleine Marktorte auf den höheren, moränigen Teilen vor allem der inneren Randmoräne selbst niedergelassen haben. An der Distalseite der weiten Sandterrassen dagegen ziehen zusammenhängende Moore entlang.

Wenn Karelien landschaftlich besonders eintönig ist, so charakterisiert den dicht besiedelten und fruchtbaren Südwesten umgekehrt die reiche Gliederung: Tonebenen wechseln mit meergespülten Felsregionen, Wälder mit weiten Ackerbaugebieten — eine Landschaft, in der der oft unterbrochene Salpausselkä nur eine lokale Wirkung hat entfalten können. Wenn wir von den unmittelbaren Küstengebieten absehen, die durch ihre enge Berührung mit dem Meer ganz von diesem geformt sind, und von den Landstrichen südwestlich von Hollola, in denen sich auch landschaftlich der Übergang zu den Bedingungen des Mittelteils vollzieht, so ergibt sich ungefähr folgende Zonengliedrung: Die Küstenlandschaft bis zum 1. Salpausselkä hin ist kaum von der des übrigen Südfinnland unterschieden, nur ist sie etwas felsiger und vor allem tonreicher, was auch eine noch dichtere Besiedlung ermöglicht hat. — Jenseits des 1. Salpausselkä beginnt dann schon eine etwas höhere Region, wo Tonablagerungen selten werden und wo der Wald dafür die Herrschaft antritt. Die Siedlungsdichte nimmt ab und Seen und Moore erfüllen die Senken, in denen das Wasser durch die Wälle gestaut wird. — Die größte Ungunst der Bodenbedingungen aber herrscht zwischen den bruchstückartigen, niedrigen Rücken des 2. und 3. Salpausselkä: Das Gelände liegt hier recht hoch und war teilweise nie vom Meer überspült; dabei ist die Reliefenergie außerordentlich gering. Auf

dem waldreichen Moränenboden sind ziemlich große Flächen vermoort. So sind Ackerbauinseln recht selten und die Siedlungen spärlich. — Überschreiten wir dagegen auch den 3. Salpausselkä, so senkt sich die Oberfläche allmählich wieder nach Nordwesten zu und wir betreten die ton- und seenreichen Ackerbaulandschaften des Tavastlandes (Häme) und des Eigentlichen Finnland (Varsinais-Suomi). Mit den südwestfinnischen Küstengebieten zusammen bilden diese die Kornkammer Finnlands, zugleich mit der wohlhabendsten und dichtesten Bevölkerung. Auch Verkehr und Gewerbe knüpfen sich an die fruchtbaren Gebiete, während sie die menschenarmen Wälder und Moore zwischen 2. und 3. Salpausselkä meiden.

So stellt die Salpausselkäzone in Westfinnland eher eine trennende Schwelle dar, die sich zwischen die beiden finnischen Anbau- und Siedlungszentren einschiebt. Dagegen wird die ganze Region an mehreren Stellen von tieferen Rinnen gequert (s. S. 103), die als Siedlungs- und Ackerbaustreifen Südtavastland und das südwestliche Nyland (Uusimaa) miteinander verknüpfen und in denen, häufig an Oszügen entlang, die wichtigsten Verkehrslinien laufen.

In Südwestfinnland wurde der Salpausselkä erst am spätesten „entdeckt" und die Tatsache, daß die einzelnen Bruchstücke der Randmoränen verschiedene Lokalnamen geführt hatten, bevor man sie unter der Bezeichnung „Salpausselkä" einte, ist bezeichnend für ihre nur lokale Bedeutung.

Literaturverzeichnis.

Ahlmann, Hans W:son (1916/17), Die fennoskandischen Endmoränenzüge auf und neben dem Billingen in Vester-Göttland, Schweden. Zeitschr. f. Gletscherkd. Bd. X, S. 65.

Ailio, Julius (1909), Die steinzeitlichen Wohnplatzfunde in Finnland, I und I. Finnische Altertumsgesellschaft Helsingfors. — (1915), Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehungen zur steinzeitlichen Besiedlung. Comm. Géol. de la Finl. 45.

Andree, K. (1925), Das Meer und seine geologische Tätigkeit. Salomons Grundzüge der Geologie. Bd. I, S. 361—533.

Antevs, E. (1922), On the late glacial and postglacial history of the Baltik.

Atlas of Finland (Suomen Kartasto) 1910 (= 2. Auflage) und 1928 (= 3. Auflage) nebst Erläuterungen in Fennia Bd. 30 und Bd. 48.

Auer, Väinö (1933), Verschiebungen der Wald- und Steppengebiete Feuerlands in postglazialer Zeit. Acta Geogr. 5/2. Helsinki. — (1936), Suot. Suomen maantieten käsikirja, S. 371—398. Helsinki. (Die Moore, Handb. d. Geographie Finnls.)

Aulamo, Osmo I. (1926), Eräiden harjumaiden merkityksestä talouselämälle. (Die Bedeutung einiger Oser für das Wirtschaftsleben.) Terra Bd. 38.

Berghell, H. (1891), Geologiska iaktagelser hufvudsakligast af quartärbildningarna, längs karelska jernvägens första distrikt och Imatrabanan. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 4/5. — (1893), Beobachtungen über den Bau und die Konfiguration der Randmoränen im östlichen Finnland. Fennia Bd. 8/5. — (1896), Bidrag till kännedom af södra Finlands qvartära nivåförändringar. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 13/2. — (1904), Geol. Übersichtskarte v. Finnld. 1 : 400 000, D 2 Savonlinna, Erläuterungen zur Karte der losen Bodenarten.

Boehtlingk, W. (1839), Ein Blick auf die Diluvial- und Alluvialgebilde im südlichen Finnland. Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St.-Petersbourg, Bull. scientifique publ. par L'Académie et réd. par le sécrétaire perpetuel T. 1—10. Petersbourg.

Braun, Gustav (1923), Über die Entstehung der Ostsee. Berichte aus dem Institut für Finnlandkunde der Universität Greifswald. — (1924), Die nordischen Staaten. Breslau. — (1926), Nordeuropa, Enzyklopädie der Erdkunde, Teil 18. Leipzig und Wien.

Brenner, Widar (1922/23), Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. (Deutsch Auszug.) Fennia Bd. 43/2.

Brenner, Thord (1927), Varvig lera överlagrad av morän från trakterna öster om Jyväskylä stad i Finland. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 47/9.

Brenner, Thord und Tanner, Väinö (1930), Södra Salpausselkäs byggnad i järnvägskärningen för Lahti-Heinola-banan. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 52/9.

Brooks, C. E. P. (1921), The Evolution of climate in NW-Europe. Quart. Journ. R. Meteor. Soc. 1921.

Brückner, Ed. (1921/22), Geochronologische Untersuchungen über die Dauer der Postglazialzeit in Schweden, in Finnland und in Nordame-

rika. Z. für Gletscherkd. Bd. 12, H. 1/2. — (1922), Die Ergebnisse der Schweizerischen Grönlandexpedition 1912/13. Z. für Gletscherkd. Bd. 12, H. 3/4.
Cajander, A. K. (1913), Studien über die Moore Finnlands. Acta Forestalia Fennica 2.
Cajander, A. K. und Yrjö Ilvessalo (1923), Über Waldtypen. Drei Vorträge. Fennia 43/3.
Cajander, E. (1927), Geographische Übersicht des Landbaues in Finnland. Fennia 47/14.
Firbas, F. (1935), Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. Bibliotheca Botanica (herausg. L. Diels), Heft 112.
Forss, S. W. (1922), Päijänteen vesistö. (Das Wassersystem des Päijänne.) Finlandia årsb. 1922, S. 120 (mit Siedlungskarte).
Frosterus, B. (1890), Några iakttagelser angående skiktade moräner samt rullstensåsar. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 3/8. — (1900), Hufvudtyper inom de sydfinska landskapsformerna och berggrundens betydelse för uppkomsten af dem. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 18/9. — (1902), Die Grundzüge des geologischen Baues des südöstlichen Finnlands. Förh. vid. Nordiska Naturforkare och Läkaremötet i Helsingfors 1902 IV. Sektionen för geologi och mineralogi 1903. — (1911), Geologische Übersichtskarte 1 : 400 000, Blatt C 2, Mikkeli. Erklärungen zur Erdartskarte (finnisch und schwedisch). — Zur Frage nach der Einteilung der Böden in NW-Europas Moränengebieten V. Versuch einer Einteilung der Böden des finnischen Moränengebietes. Geol. kom. geotekn. julk. Nr. 14. (1914.) — (1921), Jordarternas areal i Nylands län. Fennia 42/7.
Gams, Helmut und Nordhagen, Rolf (1923), Postglaziale Klimaveränderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. München 1923.
Gams, H. (1930), Die Bedeutung der Paläobotanik und Mikrostratigraphie für die Gliederung des mittel-, nord- und osteuropäischen Diluviums. Zeitschr. f. Gletscherkd. Bd. 18.
De Geer, Gerard (1897), Om rullstensåsernas bildningsätt. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 19, Nr. 5. — (1909), Dals Ed. Some stationary ice-borders of the last glaciation. Geol. För. i Stockholm Förhandl. Bd. 31, S. 511. — (1910), Das spätglaziale Südschweden. Karte 1 : 500 000. Erläuterungen in Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. Ba Nr. 8.
Granö, J. S. (1929), Reine Geographie. Eine methodologische Studie, beleuchtet mit Beispielen aus Finnland und Estland. Acta Geographica 2/2. — (1930), Die geographischen Gebiete Finnlands. Eine vergleichende Übersicht nebst methodischen Erörterungen. Fennia 52/3. Vgl. dazu auch Fennia 48, Erläuterungen zum Atlas von Finnland 1928.
Gripp, K. (1929), Glazilogische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition 1927. Abh. des Naturw. Vereins zu Hamburg. Bd. XXII, H. 2—4.
Gumaelius, O. (1876), Om mellersta Sveriges glaciala bildningar, 4: Om rullstensgrus. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar Bd. 4/3.
Hellaakoski, Aaro (1923), Suursaimaa. (Deutsch. Auszug: Groß-Saimaa.) Fennia Bd. 43/4. — (1930), On the transportation of materials in the erker of Laitila. Fennia Bd. 52/7. — (1934), Die Eisstauseen des Saimaa-Gebiets. Fennia Bd. 59/4.
Hermelin, S. G. (1798), Geografiska Chartor öfver Sverige. 4: de avdelningen: Storfurstendömet Finnland av C. P. Hällström. Stockholm.
Hess, Hans (1904), Die Gletscher. Braunschweig.
Holst, N. O. (1876), Om de glaciala rullstensåsarne. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 3, S. 97.
Hossola, Antti (1931), Kulturgeographie des Oses Jousan-Hartolanharju. Fennia Bd. 54/4.

Hummel, D. (1874), Om rullstensbildningar. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 2/11.
Hyyppä, Esa (1932), Die postglazialen Niveauverschiebungen auf der karelischen Landenge. Fennia Bd. 56/1. Annales Academiae Scientiarum Fennicae Ser. A, Tom. XXXVII, Nr. 1. — (1933), Das Klima und die Wälder der spätglazialen Zeit im Bereich der karelischen Landenge. Acta forest. Fennica 39. — (1935), Kivikautinen asutus ja rannan siirtyminen Helsingin seudulla. (Steinzeitliche Besiedlung und Strandverschiebung in der Umgebung von Helsinki.) Terra Bd. 47. H. 1. — (1936), Über die spätquartäre Entwicklung Nordfinnlands mit Ergänzungen zur Kenntnis des spätglazialen Klimas, vorläufige Mitteilung. Bull. de la Comm. géol. de Finlande Nr. 115.
Ilvessalo, Yrjö (1930), Suomen metsät viljavuusalueittain kuvattuina. (Die finnischen Wälder nach Arealen der Ertragfähigkeit geordnet. Engl. Auszug.) Metsätieteelisen tutkimuslaitoksen julkaisuista 15.
Hydrographische Karte 1 : 100 000, Saimaa- und Päijännesee. Helsinki.
Russische topographische Karte 1 : 42 000 Südfinnland. 1 : 84 000 Saimaagebiet.
Finnische topographische Karte 1 : 25 000 Blatt Lappeenranta. 1 : 20 000 Südostkarelien. 1 : 100 000 Ostkarelien.
Finnische ökonomische Karte (Suomen Taloudellinnen Kartta) 1 : 100 000 Südfinnland.
Finnische Wegkarte (Suomen Tiekartta) 1 : 200 00 Südfinnland. 1 : 400 000 Mittel- und Nordfinnland.
Topographische Übersichtskarte von Finnland (farbig) 1 : 1 000 000. Herausg. v. topogr. Büro in Finnl. Helsinki 1933.
Geologische Karte (Geologinen Kartta), herausg. von der geolog. Gesellsch. in Finnld. 1 : 200 000 Blatt 1—37.
Geologische Übersichtskarte (Geologinen Yleiskartta), herausg. v. d. geol. Ges. Finnld. 1 : 400 000 Blatt Mikkeli, Savonlinna, Joensuu.
Köppen, W. und Wegener, A. (1924), Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin.
Köppen, W. (1933) Die Änderung der Temperatur in Europa seit der letzten Eiszeit. Meteorolog. Zeitschr. 1933.
Krueger H. K. E. (1929) Gesteinskörper und Inlandeis Grönlands in ihrer gegenseitigen Beziehung und Auswirkung. Z. f. Gletscherkd. Bd. 17, H. 1—3.
Leiviskä, I. (1908), Zu den Küstenfragen I: Über die Entstehung der Haupttypen der finnischen Küsten, die höchste marine Grenze und die Transgression des Ancylussees und des Litorinameers. Fennia Bd. 27/4. — (1920), Der Salpausselkä. Fennia Bd. 41/3. — (1927), Zwei Profile durch den Salpausselkä in Lohja. Fennia Bd. 47/11. — (1929), Über die Ose Mittelfinnlands. Fennia Bd. 51/4. — (1930), Dals Ed und Salpausselkä, Sitzungsbericht der finn. geogr. Gesellsch., Terra 1930, H. 1—2 (= finnisch!). — (1931), Zur Deutung des Profils durch den Salpausselkä bei Lahti. Bull. Comm. géol. Finl. 93.
Linkola, K. (1916), Studien über den Einfluß der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee I. Acta soc. F. F. F. 45. — (1922), Zur Kenntnis der Verteilung der landwirtschaftlichen Siedlungen auf die Böden verschiedener Waldtypen in Finnland. Acta forest. Fennica Bd. 22.
Lukkala, O. J. (1919), Tutkimuksia viljavan maa-alan jakautumisesta etenkin Savossa ja Karjalassa. (Deutsch. Auszug: Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals hauptsächlich in den Landschaften Savolax und Karelien). Acta forest. Fennica 9.
Metzger, A. A. Th. (1927), Über ein Profil durch die obersten Schichten des Salpausselkä zwischen Lohja und Keskilohja. Fennia Bd. 47/7.

Milthers, V. (1901), Kvantitetsbestemmelse af Endmoränen ved Lojo i det sydvestliga Finland. Geol. fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 23.
Moberg, Ad. (1865), Om den postpliocena formationens fenomener. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens förhandlingar. Helsingfors. — Erklärungen zu der geol. Karte 1 : 200 000; Blatt 1 (1877), 2 (1879), 5 (1881), 6 (1882), 8 (1885), 7 (1884).
Munthe, H. (1931), Geokronologien och isrezessionen i Fennoskandia än en gang. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 53.
Palmén, E. G. (1910), Gamla kartor öfver Finland. Atlas von Finnland 1910, Kartenblatt 47. Erläuterungen in Fennia Bd. 30.
Penck, A. (1925), Die Eiszeit in den bayerischen Hochalpen. Sitzungsbericht preuß. Akad. d. Wiss., phys. math. Kl. 17. — (1927), Finnlands Natur. Zeitschr. Ges. f. Erdkd. Berlin. — (1928), Salpausselkä in Oberbayern. Fennia Bd. 50/28. — (1933), Eustatische Bewegungen des Meeresspiegels während der Eiszeit. Geogr. Zeitschr. 1933, S. 329.
Philipp, H. (1925), Die geologische Tätigkeit des Eises. Salomons Grundzüge der Geologie, Bd. I, S. 597—652.
Ramsay, W. (1891), Über den Salpausselkä im östlichen Finnland. Fennia Bd. 4/2. — (1896), Till frågan om det senglaciala hafvets utbredning i södra Finland, mit Anhängen: V. Hackmann: Marina gränser i östra Finland. J. J. Sederholm: Några iakttagelser rörande Yoldiahafvets högsta strandlinier. Fennia Bd. 12/5. — (1900), Finlands geologiska utveckling. Ifrån istiderna intill våra dagar. Helsingfors. — (1904), Quartärgeologisches aus Onega-Karelien. Fennia 22/1. — (1919), De s. k. Marina Gränserna i södra Finland. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 40/7. — (1921), Über die Uferlinien im südlichen Finnland. Fennia Bd. 42/5. — (1921), Salpausselkä såsom geografisk benämning. En historik och förslag till nomenklatur. (Dtsch. Auszug.) Fennia Bd. 42/9. — (1922), Randdeltand och strandlinjer i Salpausselkäbältet. Terra 34/2. — (1924), On relations between crustal movements and variations of sea-level during the late Quarternary time, especially in Fennoskandia. Fennia Bd. 44/5. — (1927), Nivåförändringar och stenåldersbosättning i det baltiska området. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 47/4. — † (1931), Material zur Kenntnis der spätglazialen Niveauverschiebungen in Finnland. Fennia Bd. 54/3.
Rosberg, J. E. (1892), Ytbildningar i ryska och finska karelen med särskild hängsyn de karelska randmoränerna. (Deutsch. Auszug.) Fennia 7/2. — (1897), Ytbildningar i Karelen med särkild hängsyn till ändmoränerna II. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 14/7. — (1910), Den finska sjöplattån, Atlas v. Finnland, Blatt 12. Erläuterungen in Fennia Bd. 30.
Saksela (Saxén), M. (1928), Über den Einfluß des Gesteinsgrundes auf die Vegetation. Fennia Bd. 50.
Sauramo, M. (1918), Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland. Fennia Bd. 41/1. — (1924), Studies on the Quarternary Varve Sediments in Southern Finland. Bull. Comm. géol. de Finlande Bd. 60. Fennia Bd. 44/1. — (1926), Den senglacialia kronologien i Sverige och Finland. Geol. För. i Stockholm Förh. Bd. 48/1. — (1928), Über die spätglazialen Niveauverschiebungen in Nordkarelien, Finnland. Bull. Comm. géol. de Finl. Bd. 80. — (1928), Der Anteil der eustatischen Komponente an den Niveauverschiebungen in Fennoskandien. Fennia Bd. 50/10. — (1928), Jääkaudesta nykaikaan. (Von der Eiszeit bis zur Jetztzeit.) Porvoo 1928. — Superficial Deposits. Erläuterungen zum Atlas von Finnland 1928, Fennia Bd. 48. — (1929), The Quarternary geology of Finland. Bull. Comm. géol. de Finl. 86. — (1930), Salpausselän leikaus Lahden itäpuolella. (Der Schnitt durch den Salpausselkä östlich von Lahti.) Terra Bd. 42, H. 3, S. 208. — (1931), Zur Frage des inneren Baus des Salpausselkä in Finnland. Zeitschr. f. Gletscherkd. Bd. 19. — (1933), Yoldiameri entisten ja nykyisten tutkimusten valossa. (Das Yoldiameer im Lichte alter und neuer Unter-

suchungen. Engl. Auszug.) Terra Bd. 45, H. 1. — (1934), Zur spätquartären Geschichte der Ostsee. Vorläufige Mitteilung. Extrait des Comptes Rendus de la Société géologique de Finlande Nr. 8. — (1936), Suomen maantietteen käsikirja. (Handbuch der Geographie Finnlands): Suomen synty (Die Entstehung Finnlands), S. 1—18 und VI. Maapeite (Die lockeren Aufschüttungen), S. 110—140. Helsinki.

Schjerfbeck, M. (1925), När upstod Vuoksen? (Eng. Auszug.) Fennia Bd. 45/16.

Sederholm, J. J. (1889), Om istidens bildningar i det inre af Finland. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 1/7. — 1892), Erläuterungen zur Karte 22 der geol. Karte 1 : 200 00. — (1910), Erläuterungen zur Karte der losen Bodenarten im Atlas v. Finnland 1910, Fennia Bd. 30. — (1913), Weitere Mitteilungen über Bruchspalten. Mit besonderer Beziehung zur Geomorphologie von Fennoskandia. Bull. Comm. géol. de Finl. 37. — (1932), Über die Bodenkonfiguration des Päijänne-Sees. Fennia Bd. 55/3.

Soergel W. (1925), Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Berlin.

Solitander, C. P. (1875), Några geologiska iaktagelser vid en vandring längs Hyvinge — Hangö jernvägs anläggning. Finska Vet. Soc., Bidrag till Känned. af Finlands Natur och Folk. H. 24.

Spitaler, R. (1932), Die letzte Phase der Eiszeit in Skandinavien und Nordamerika. Gerlands Beiträge zur Geophysik 37. — (1932), Die sommerliche Temperaturkurve während der Eiszeit. Gerlands Beiträge zur Geophysik 37.

Strandmark, P. W. (1885), Om rullstensbildningarne och sättet, hvarpå de blifvit danade. Läroverksprogram Helsingborg.

Suomen Maa (1919 ff.), Helsinki (finnisch), mehrere Bände.

Tanner, V. (1929), Zur Frage der Genesis der Osar. Bull. Comm. géol. de Finl. 87. — (1932), Zum Vortrage des Herrn M. Sauramo vom 30. III. 1931. Bull. Comm. géol. de Finl. 97. — (1934), On the nature of Salpausselkä ridges in Finland. Some old and new data. Fennia Bd. 58/3.

Tigerstedt (1890), Erläuterungen zur geol. Karte 1 : 200 000 Blatt 13.

Tolvanen, V. (1917), Eteläpohjanmaan ja Satakunnan välisen vedenjakajaseudun geomorfologiasta. (Deutsch. Auszug: Über die Geomorphologie der Wasserscheidenregion zwischen Südösterbotten und Satakunta.) Akad. Abh. 1917. Medd. Geogr. För. i Finl. XI und XII. — (1923), Der Altpäijänne. Fennia Bd. 43/5.

Wallin, V. (1893), Suomen maantiet v. 1808 saakka. (Deutscher Auszug: Geschichte der finnischen Landstraßen während der Schwedenzeit.) Fennia Bd. 8/3.

Wiik, F. J. (1870), Några iakttagelser beträffande Södra Finlands qvartära formation. Act. Soc. Scient. Fenn. XIX. — (1874—75), Öfversikt af södra Finlands geologi. Geol. För. i Stockholm Förhdl. Bd. 2. — (1876), Öfversigt af Finlands geologiska förhållanden. Ak. afh. 1876.

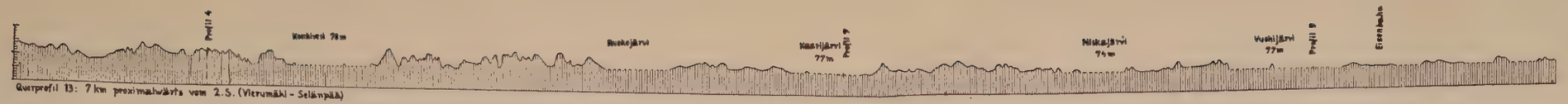
Wilkman, W. W. (1911), Kvartära nivåförändringar i östra Finland. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 32/8.

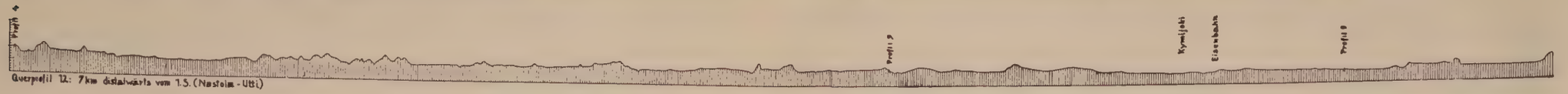
Witting, Rolf (1918), Hafsytan, geoidytan och landhöjningen utmed Baltiska hafvet och vid Nordsjön. (Deutsch. Auszug.) Fennia Bd. 39/15.

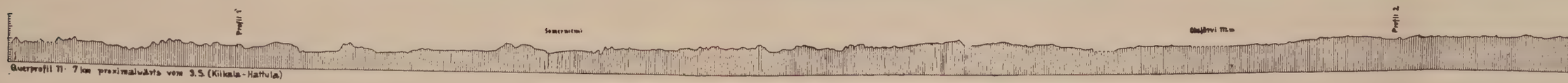
Woldstedt, P. (1929), Das Eiszeitalter, Grundlinien einer Geschichte des Diluviums. Stuttgart.

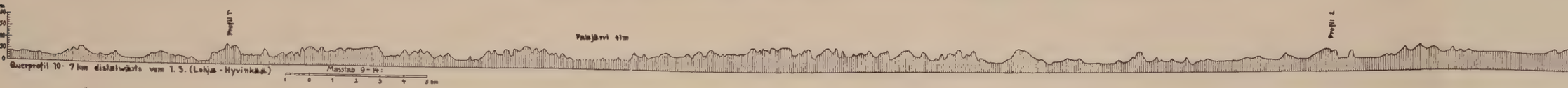
Äyräpää, Aarne (1933), Der vorgeschichtliche Mensch in Finnland. From Report of XVI International Geological Congress Washington.

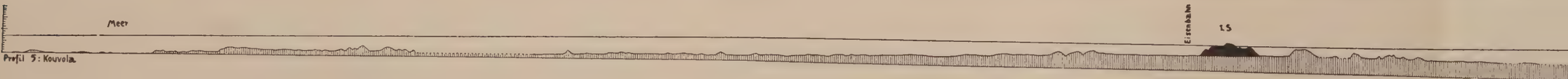
Tafel I: Längs- und Querprofile durch die Salpausselkäre

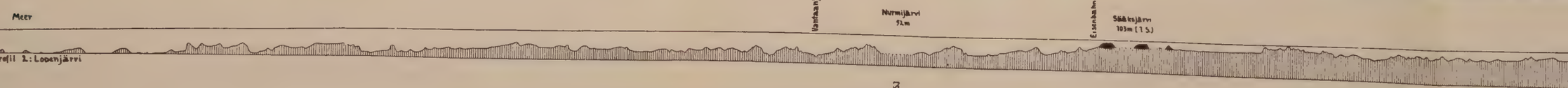


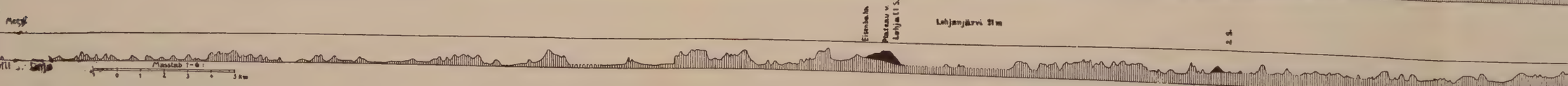


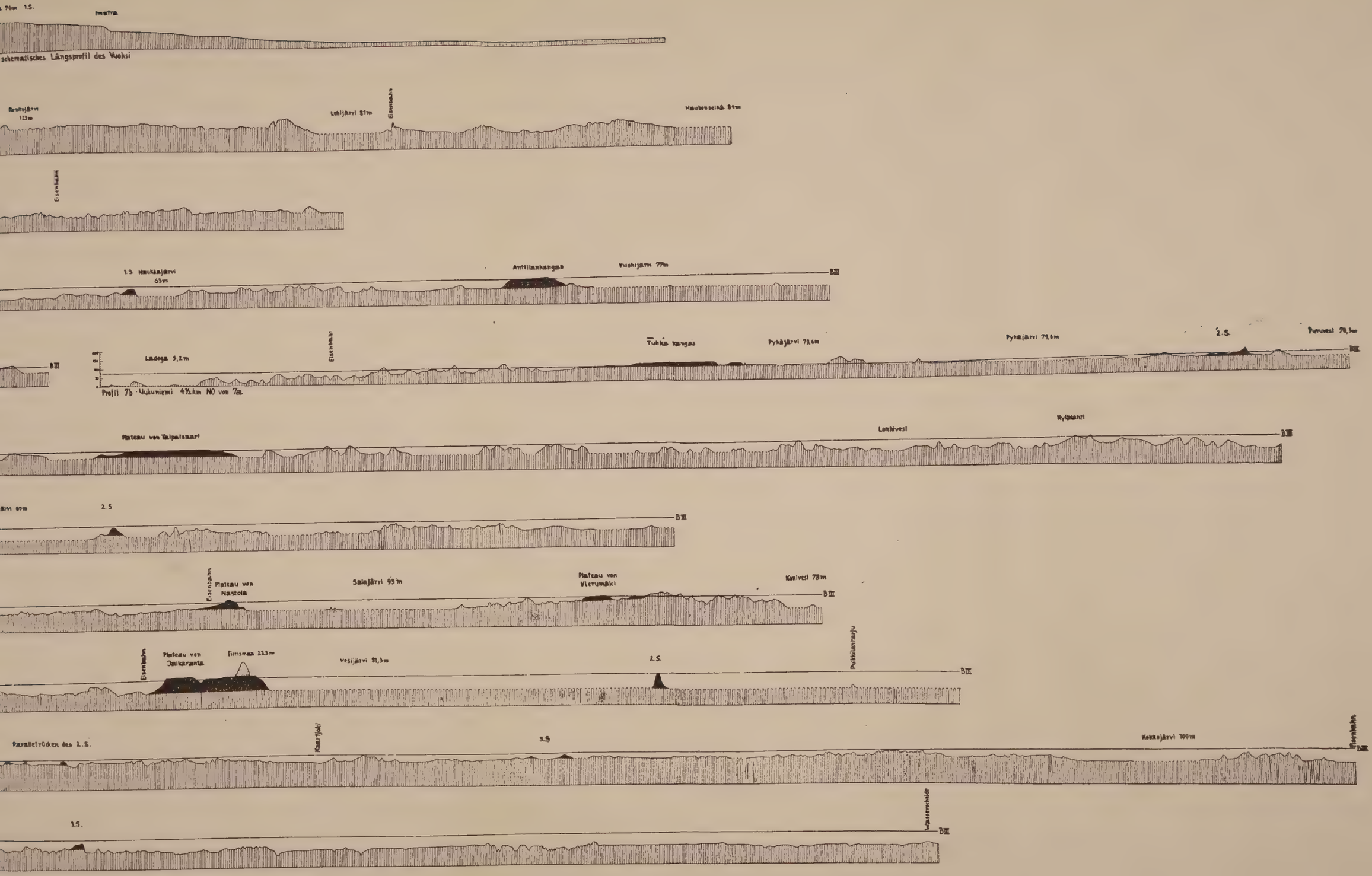










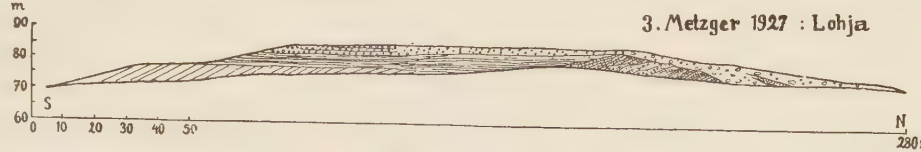


Schematisches Längsprofil des Vuoksi

Profil 7b Vukunietni 4½km NO von Za.

Tafel II: Zusammenstellung der bis jetzt am Salpausselkä beschriebenen Durchschnitte unter Angabe der Höhe des Meeresspiegels zur Zeit der Entstehung.

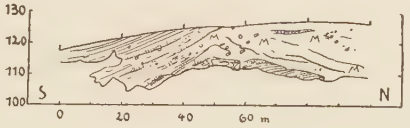
2. Leiviskä 1927: Lohja, Strasse



4. Sauramo 1931 · Vierumäki

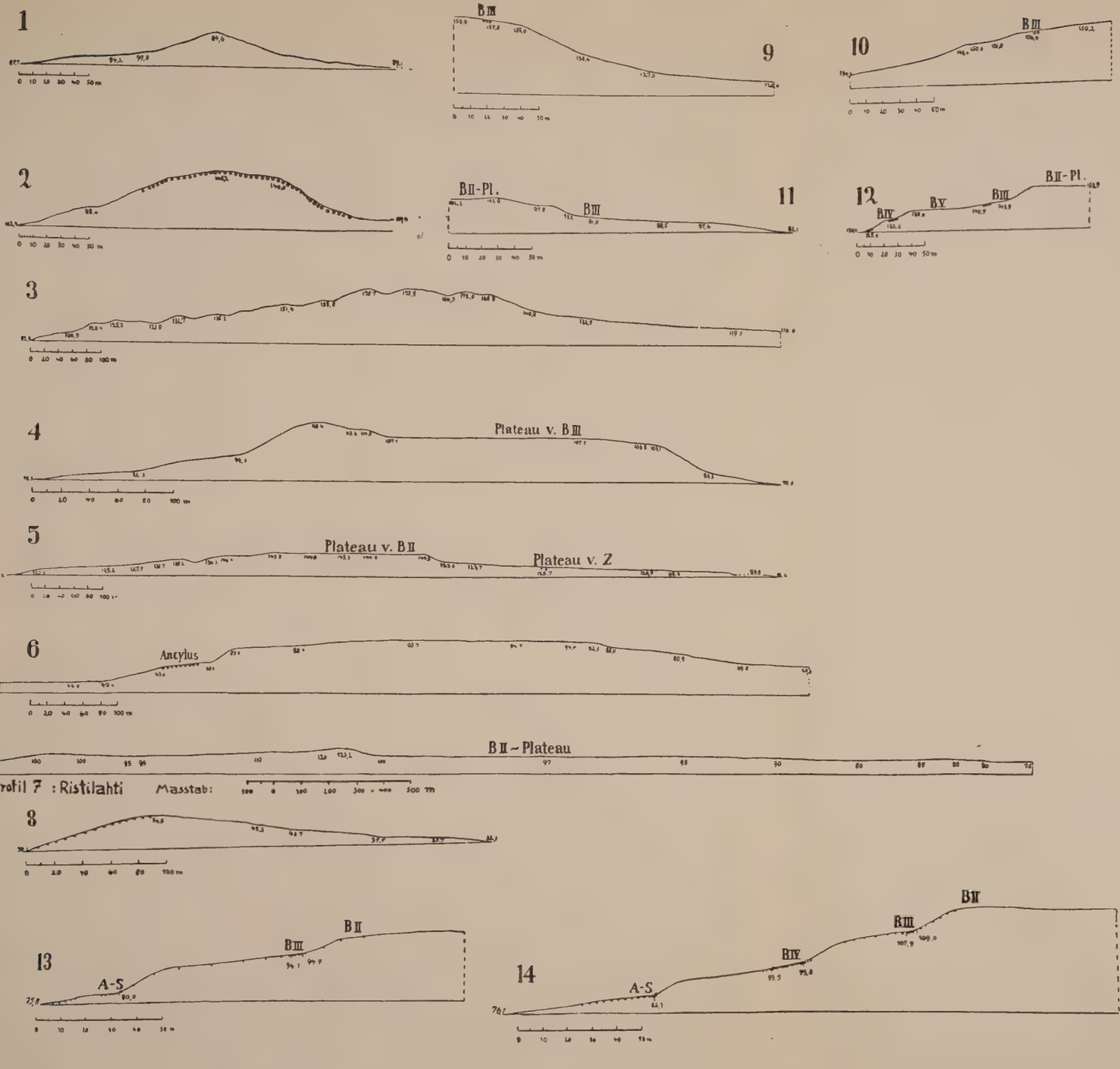
5. Th. Brenner 1931: Lahti O-Wand

6. Tanner 1931: Lahti, W-Wand



Tafel III: Formtypen des Salpausselkä.

(Nach Leiviskä 1920, Hellaakoski 1923 u. 1934, nach der topographischen Karte 1 : 20 000.)



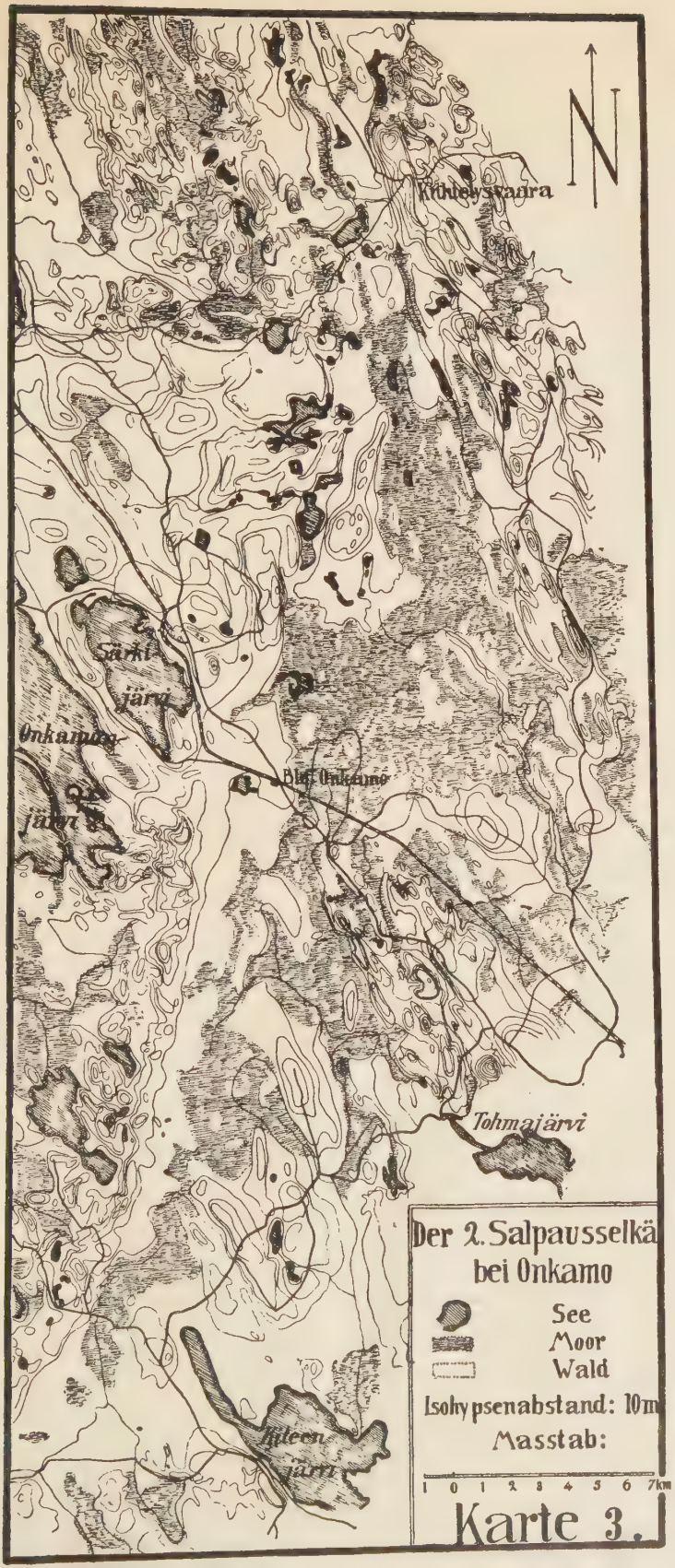
Erläuterungen zu Tafel III: Formtypen des Salpausselkä.

1. Einfacher, spitzscheiteliger Moränenrücken bei Mommila im Westteil des 1. Salpausselkä (Leiviskä 1920, Prof. 89).
2. Blockbestreuter, ausgespülter Moränenrücken bei Hikiä im Westteil des 1. Salpausselkä (Leiviskä 1920, Prof. 75).
3. Supraaquatischer Moränenrücken mit stark welliger Oberfläche bei Onkamo im Ostteil des 2. Salpausselkä (Leiviskä 1920, Prof. 421).
4. Deltaplateau von B III mit proximalem, höherem Moränenwall am Tapionmäki auf der Insel Kyläniemi im Saimaasee (= 2. Salpausselkä), (Leiviskä 1920, Prof. 384).
5. Doppelplateau von B II und Z bei Nastola am 1. Salpausselkä (Leiviskä 1920, Prof. 187 b).
6. Sekundär eingeebneter Plateaurücken bei Lohja am 1. Salpausselkä (Leiviskä 1920, Prof. 22).
7. Höherer Moränenwall mit anschließendem, distalem Plateau auf B II bei Ristilahti im Ostteil des 1. Salpausselkä (nach der topographischen Karte 1 : 20 000).
8. Sekundär abgeflachter Rücken mit steilerem, steinbestreutem Proximal- und sanftem Distalhang bei Fårsjö (im Westteil des 2. Salpausselkä) (Leiviskä 1920, Prof. 284).
9. Verwaschener Distalhang
10. Stärker skulpturierter Proximalhang } des Plateaus von Kurhila am 2. Salpausselkä, beide mit Strandwällen von B III (Leiviskä 1920, Prof. 320).
11. Distalrand des Plateaus von Joutseno südlich des Saimaasees mit dem Strandwall von B II und der breiten B III-Terrasse (Leiviskä 1920, Prof. 258).
12. Proximalhang des B II-Plateaus von Jalkaranta westlich von Lahti mit den Terrassen von B III, B IV u. B V (Leiviskä 1920, Prof. 170).
13. Proximalabfall des Plateaus von Joutseno bei Karsturanta mit den Terrassen von B III u. Alt-Saimaa (Hellaakoski 1934).
14. Proximalabfall des B II-Plateaus auf Säkniemi mit den Terrassen und Geröllstreifen von B III, B IV u. Alt-Saimaa (Hellaakoski 1934).

Karte 1:

Übersichtskarte des Salpausselkä und der Längsoser in Südfinnland (nach Sauramo 1936).

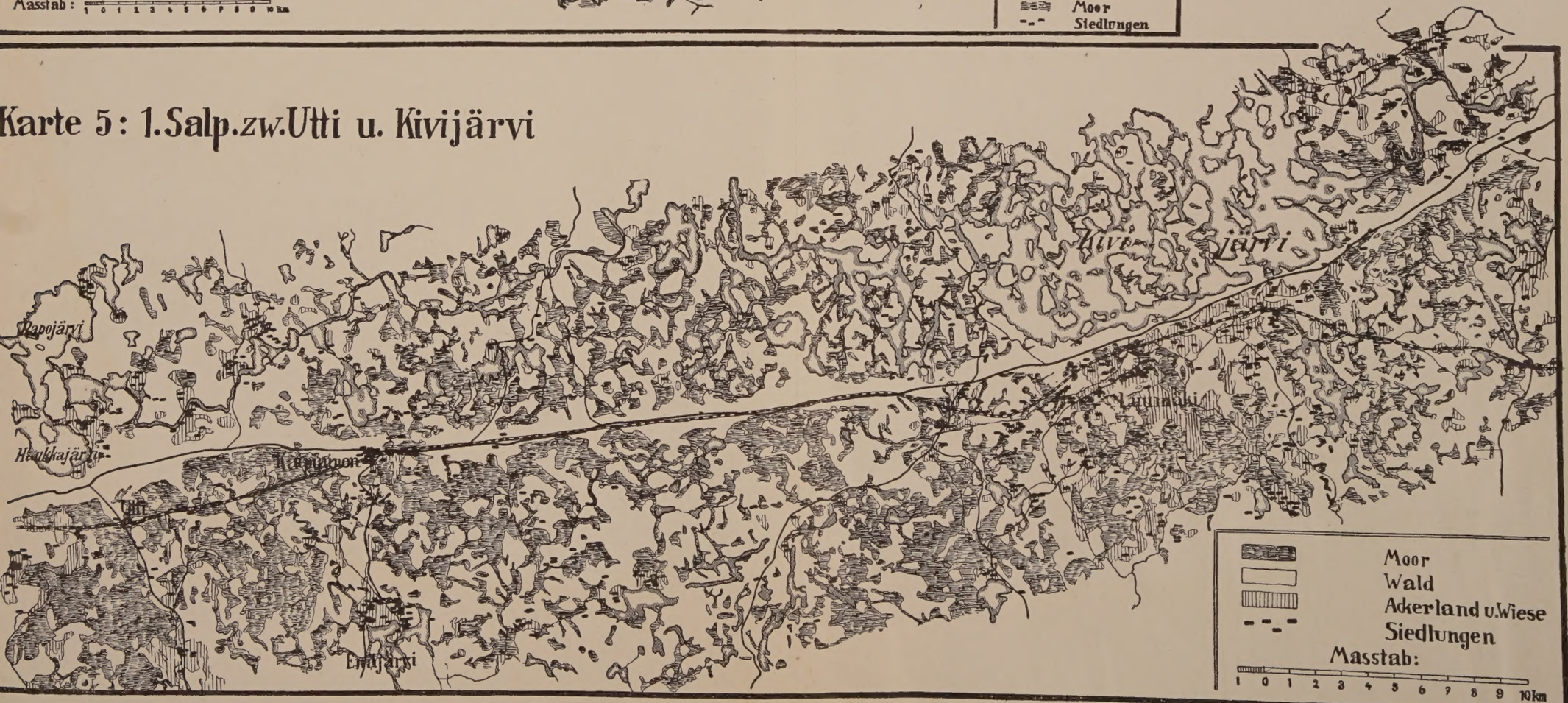
Karte 2: Anttilankangas
Lage des Eisrandes vor dem Rückzug
supraaquatisches Gebiet zur Zeit von B III
Isohypsenabstand = 10,65 m
129 = Höhe in Metern ü.d.Meere
Masstab:
1 0 1 2 3 km
Vuohi-järvi
76 m
77
73,5 m
Suola-järvi
82
123,5
132
129
76 m
Saari-järvi
123,5
Bhf. Selänpää
80
96,5
71
70
Torassjoki


N
Kiuleysvaara
Särki
järvi
Onkamo-
järvi
Bhf. Onkamo
Tohmajärvi
Iideen
järvi
Der 2. Salpausselkä
bei Onkamo
See
Moor
Wald
Isohypsenabstand: 10m
Masstab:
1 0 1 2 3 4 5 6 7km
Karte 3.

Karte 4: 2. Salp. zw. Härkälä u. Tuohikotti

Masstab: 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Km

Karte 5: 1. Salp. zw. Utti u. Kivijärvi



Lebenslauf.

Als Sohn des Oberlehrers August Bauer wurde ich am 1. Juli 1911 in Nürnberg geboren. 1917—1921 besuchte ich daselbst die Volksschule, 1921—1930 das humanistische Alte Gymnasium. Anschließend an die Reifeprüfung studierte ich an den Universitäten Tübingen, Berlin und München Naturwissenschaften. Im Herbst 1935 durfte ich dann durch Vermittlung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes als Stipendiat des finnischen Staates die Universität Helsinki beziehen: Professor Sauramo (Geologie) und Professor Auer (Geographie) führten mich in die geologischen und geographischen Probleme Finnlands ein und unter ihrer Anleitung sammelte ich in Literatur- und Kartenstudium und durch Beobachtung in der Natur das Material für die vorliegende Arbeit. Im Herbst 1936 nach Deutschland zurückgekehrt führte ich meine finnischen geographischen Arbeiten unter Leitung von Professor Machatschek zu Ende. Ihnen allen danke ich für die rege Anteilnahme, die sie dieser Untersuchung widmeten.